DIE NATURWISSENSCHAFTEN

30. Jahrgang | 17. Juli 1942 | Heft 29

Biomotorik als Organisationsproblem. I.

Von W. R. Hess, Zürich.

Wer die Freude erlebt, ein überraschtes Reh auf seiner Flucht durch den lichten Wald zu beobachten, wird sich einem Gefühl der Bewunderung seiner harmonischen Bewegungen kaum entziehen können. Der glatte Fluß in der Dynamik, die Rhythmik und eine unerhörte Treffsicherheit sind die Ursachen des ästhetischen Eindruckes. Dem Physiologen bedeutet das bewegte Bild über den Genuß hinaus Anregung. Er ahnt dahinter die ordnende Gestaltungskraft eines nervösen Apparates, dessen Ergründung ihm zum lockenden Problem wird. Schon die ersten Gedanken, die er an die Beobachtung anknüpft, bringen ihn aber zur Überzeugung, daß der Versuch seiner Lösung fast Vermessenheit bedeutet. Denn es kann keine Frage sein, daß es sich um ein sehr verwickeltes Geschehen handelt, welches als solches dem Auge unsichtbar bleibt und sich nur in seinem Endergebnis, d. h. in der Gestalt des Bewegungsvorganges, erkennbar nach außen projiziert. Drei Argumente kommen ihm aber zu Hilfe, seine gefühlsmäßige Zurückhaltung zu überwinden: Wie die Entwicklung der morphologischen Gestalten, hat auch die Funktion ihre Phylogenese vom einfachen zum höher organisierten Geschehen. Damit ist dem Studium der Bewegungsorganisation ein Weg vorgezeichnet, so daß die Hoffnung begründet ist, trotz allem zum Ziele zu kommen. Als zweites kennt er die Erfahrungen aus den Forschungen, welche diesem Thema schon gewidmet worden sind und einzelne Ausschnitte aus dem Gesamtproblem beleuchten. Schließlich verspricht ihm die systematische Anwendung moderner Abbildungstechnik, speziell der Kinematographie, wirksame Hilfe für die Analyse des untersuchten Gegenstandes, nämlich der *Ordnung in der Bewegung.*

Fragestellung.

Entsprechend dem Gesagten wenden wir unsere Aufmerksamkeit zuerst Verhältnissen zu, welche auf niedriger Stufe des Tierreiches Geltung haben. Als konkretes Beispiel fassen wir das Bewegungsbild ins Auge, welches ein aus der Lauerstellung heraus auf seine Beute losschießender Raubfisch bietet, z. B. ein Hecht in stehendem Gewässer. Was sich dabei abspielt, ist eine auf ein optisches Ziel orientierte Bewegung. Der in Gang gesetzte Mechanismus erhält, soweit von außen erkennbar, seinen Impuls von einem Netzhautbild, dessen besondere Lage die Bewegungsrichtung definiert. Diese ihrerseits resultiert aus einer bestimmten Kombination von Antriebs- und Steuermuskeln. Wie diese Beziehungen zwischen Sinnesreiz und Bewegungsinstrumenten auch hergestellt sein mögen, *eindeutig ist die Korrespondenz zwischen Raumordnung in der optischen und der motorischen Phase der Gesamtleistung,* da sonst das Beuteobjekt nicht an seinem Ort angetroffen und gefaßt werden könnte. Identische Raumordnung ihrerseits ist nur möglich auf Grund gesetzmäßiger Beziehungen zwischen Aktivität der (optischen) Rezeptoren und der (motorischen) Effektoren. Diese Beziehungen kennenzulernen, ist unser auf einfachste Formulierung gebrachtes Problem. Dabei ist zu beachten, daß es in seinem ganzen Inhalt schon in der nur scheinbaren Ruhe des Auflauerns zum Ausdruck kommt. Tatsächlich ist beim „stehenden" Fisch der Bewegungsapparat dauernd in Funktion, um Kräfte hydrostatischer Herkunft, welche ein Drehmoment liefern, zu kompensieren und damit die für den Vorstoß geeignete Stellung zu „halten". Der Charakter eines dynamischen Gleichgewichtes ist noch eindrucksvoller ausgeprägt, wenn der Fisch im *fließenden* Wasser auf der Lauer „steht". Von außen kommende translatorische und rotatorische Kräfte drängen fortgesetzt den optisch fixierten Körper aus der Lage. Das Stillestehen erfordert also den regulierten Einsatz bedeutender Kräfte. Wenn unter entsprechenden Umgebungsbedingungen die Forelle eine über dem Wasserspiegel bewegte Mücke noch relativ treffsicher anspringt, so bedeutet dies die organisatorische Beherrschung eines schon recht komplizierten Kräftesystems. In hohem Maße gilt dies für den in böig bewegter Luft ein Beuteobjekt richtig anzielenden Vogel, z. B. für eine Möwe, welche mit vollendeter Treffsicherheit auf ein kleines, auf dem Wasser schwimmendes Brotstück herabstößt. Die Leistung ist nach ihrer koordinatorischen Seite hin derjenigen der Forelle noch überlegen. Beim Fisch ist die Wirkung der Schwerkraft annähernd ausgeglichen; im Flug des Vogels wirkt dieselbe mit dem ganzen Gewicht des Fliegers im Sinne einer Ablenkung vom Ziel. Daß dieses trotzdem erreicht wird, beweist das Wirksamsein eines Mechanismus, welcher in die Organisation der Bewegung adäquat eingegliedert ist. Die Schwerkraft spielt auch eine wichtige Rolle bei den sich auf dem Land bewegenden Vierfüßern und Menschen. Sie ist ebenfalls bestrebt, das nach optischem Ziel orientierte Bewegungsbild zu entformen. Wenn trotzdem das Ziel erreicht wird, bezeugt dies, daß der optisch organisierten Kräftekombination automatische Impulse beigemischt werden, welche die Schwerewirkung aufheben und derart die zielrichtigen Kräfte wie in einem schwerefreien Feld spielen lassen.

In der Absicht, die bei Bewegungen zum Ausdruck gebrachten organisatorischen Leistungen zu kennzeichnen, haben wir auf die Fähigkeit hingewiesen, von außen kommende Störungskräfte richtungsmäßig und mit adäquater Dosierung auszuschalten bzw. entsprechende Kompensationskräfte in die Organisation der Zielbewegung einzugliedern. Um die dynamischen Verhältnisse in ihrer ganzen Vielgestaltigkeit zu erfassen, muß nun aber noch einem Tatbestand Rechnung getragen werden, welcher die Mechanik des Muskelapparates betrifft. Es handelt sich darum, die Beziehung zwischen Kräftesystem als physikalischem Phänomen einerseits und Muskelsystem als biologischer Apparatur andererseits klarzustellen. Mit der Erkenntnis, daß die Muskelspannung die Kräfte liefert, ist es nicht getan. Von entscheidender Bedeutung für die qualitative und quantitative Erfassung des ganzen Organisationsproblems ist die Einsicht, daß die Ordnung der Kräfte nach einem durch

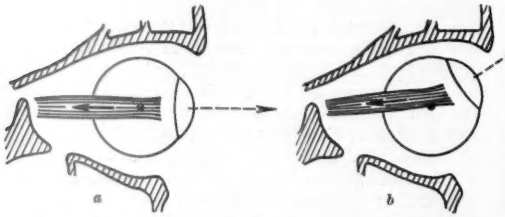

Fig. 1a) Zugrichtung des Musc. rect. ext. bei Primärstellung des Auges (Blick geradeaus). Er entwickelt eine rein abduzierende Kraft. — b) Zugrichtung des Rectus externus bei aufwärts schauendem Auge. Zur Abduktion gesellen sich bei Aktivierung des Muskels eine hebende und auch eine leichte raddrehende Kräftekomponente. Der Bewegungserfolg jedes motorisch aktivierten Augenmuskels ändert sich analog in geometrisch definierter Weise mit der Augenstellung.

ein festgelegtes Koordinatensystem definierten Raumelement ausgerichtet wird, während die Zugrichtungen der einzelnen Muskeln von der im Verlauf einer Bewegung fortwährend wechselnden gegenseitigen Lage von Ursprung zu Ansatz an den Skeletteilen abhängt. Was dies für den organisierten Aufbau einer zielgerichteten motorischen Leistung bedeutet, läßt sich am besten am konkreten Objekt verständlich machen. Das gegebene Musterbeispiel sind die Richtbewegungen des Auges, deshalb nämlich, weil der Augapfel als Kugel in ihrer „Pfanne" sich in allen Ebenen des Raumes bewegen läßt, also, innerhalb ziemlich weiter Grenzen, vollkommene Bewegungsfreiheit besitzt, aus der sich alle anderen Bewegungsbedingungen ableiten lassen. Ideale Verhältnisse bietet das Objekt auch deshalb, weil die passive Beweglichkeit mit dem Minimum von Muskeln biologisch aktiv ausgenützt wird, nämlich durch drei Muskelpaare, deren Zugrichtungen aufeinander senkrecht stehen.

Leicht verständlich ist die Beziehung zwischen Muskelzug und Bewegungsrichtung, wenn der optische Reiz, welcher die Bewegung induziert, das Auge in seiner Primärstellung trifft, wo also der Blick geradeaus gerichtet ist. Sobald ein sinnfälliges Objekt im peripheren, z. B. schläfenseitigen Gesichtsfeld erscheint, wird die Spannkraft des Seitwärtswenders (Musc. rect. ext.) aktiviert und dadurch die Einstellungsbewegung vollzogen. In analoger Weise werden mit der gleichen Treffsicherheit in irgendeinem Sektor des Gesichtsfeldes auftauchende Reizobjekte anvisiert. Dabei wird allerdings in der Regel nicht, wie im angenommenen einfachsten Beispielfall, ein Einzelmuskel zum Ziele führen; es bedarf dazu einer Muskelkombination, wobei die verschiedenen mobilisierten Kräfte ihre Wirkung nach dem Parallelogramm der Kräfte zur zielrichtigen Resultante zusammensetzen. Diese Verhältnisse werden im Schema klar, wo die Blickrichtung z. B. nach außen oben gelenkt werden muß, um das Reizobjekt mit dem Sehstrahl zu treffen. Um dieses Ergebnis zu erreichen, bedarf es eines abgewogenen Zusammenwirkens von Seitwärtswender und Heber (M. rect. ext. und M. rect. sup.). Daß diese Kombination automatisch und sofort, d. h. ohne vorheriges Hinundhersuchen in Tätigkeit tritt, bedeutet schon eine bemerkenswerte organisatorische Leistung! In Wirklichkeit überbietet das Gestaltungsvermögen des motorischen Zentrenapparates den betrachteten Kombinationsakt um ein bedeutendes. Die Sache liegt nämlich folgendermaßen: Unser Auge kann nicht nur Gegenstände im Umkreis des mehr oder weniger peripheren Gesichtsfeldes aus der *Primärstellung* anvisieren; die Blickbewegung spielt auch dann zielsicher, wenn das Auge in *bereits abgelenkter* Stellung das Bild eines Reizobjektes auffängt. Um diese Fähigkeit richtig einschätzen zu können, müssen die mechanischen Verhältnisse des Augenmuskelapparates noch etwas näher analysiert werden, nämlich in der Hinsicht, daß man sich klar macht, daß die *Zugrichtung jedes einzelnen Muskels* je nach Stellung des Auges *verschieden ist*. Weder richtungsmäßig noch quantitativ stellt er eine „Konstante" dar, welche kombinatorisch verarbeitet werden kann. Im Gegenteil! Infolge der Verschiebungen des Ansatzpunktes relativ zum Ursprung ist die in den Raum projizierte Zugrichtung je nach der Position des Auges derart verschieden, daß z. B. ein Seitwärtswender auch eine hebende und raddrehende Komponente entfalten kann (Fig. 1a und 1b). Diese *Bedingtheit der Beziehungen* zwischen einem bestimmten Muskel und seiner in ein Raumkoordinationssystem projizierten Zugrichtung kompliziert die zielrichtige Gestaltung einer Bewegung außerordentlich; gleichwohl wird die organisatorische Aufgabe mit guter Präzision bewältigt! Dies bedeutet, daß zur zielgerichteten Bewegung nicht bestimmte Muskeln kombiniert werden, sondern Zugrichtungen, welche aus den während eines Bewegungsablaufes fortwährend ihre Zugrichtung ändernden Muskeln herausgeholt werden. In jeder Phase werden sie neu gruppiert, näm-

lich so, daß sich die Resultante nach Richtung und Stärke definiert in den durch feste Koordinaten dargestellten Raum projiziert.

Zur vollkommenen Klarstellung der Frage bleibt nur noch hinzuzufügen, daß sich der organisierende Prozeß in der Regel nicht auf das Augenmuskelsystem beschränkt, sondern meist den Bewegungsapparat des Kopfes, u. U. auch des Rumpfes einbezieht. Grundsätzlich bringt diese Erweiterung nichts Neues. Es handelt sich vielmehr um eine vielfältige Wiederholung des gleichen kombinatorischen Prinzipes im Bereich parallel geschalteter Muskelgruppen. Dabei werden die für die Bewegung des Auges, des Kopfes und des Rumpfes verantwortlichen motorischen Kräfte wieder nach Richtung und Intensität zu einer zum Ziele führenden Resultante zusammengefügt.

Experimentelle Untersuchungen.

Galt bis dahin unser Interesse Beobachtungen, welche die koordinatorischen Leistungen der motorischen Innervation unter natürlichen Bedingungen zum Ausdruck bringen, so wenden wir uns nun dem Versuch zu, durch künstliche Eingriffe in die Funktionsweise der Bewegungsorganisation nähere Einblicke zu gewinnen. Unter Hinweis auf die eingehendere Berichterstattung[1]) sei hier eine zusammenfassende Übersicht über die maßgebenden Befunde mitgeteilt:

a) *Der Reizversuch.* Die Richtlinien zum Versuchsplan ergaben sich aus der Notwendigkeit, einen wegen seiner dem Experiment schwer zugänglichen zentralen Lage noch ganz ungenügend erforschten Hirnteil, das Zwischenhirn, elektrisch abzutasten, die sich dabei zeigenden motorischen Effekte einer genaueren Analyse zu unterwerfen und mit bekannten motorischen Befunden aus anderen schon besser untersuchten Hirnabschnitten in Beziehung zu bringen. In der konkreten Ausgestaltung der *experimentellen Technik* war darauf Bedacht genommen, folgende Bedingungen zu verwirklichen: Die Zuführung der elektrischen Impulse erfolgt so, daß die freie Beweglichkeit des Versuchstieres nicht beeinträchtigt ist, damit die durch den künstlichen Reiz aktivierten Kräfte im Rahmen des normalen Bewegungsverhaltens sichtbar werden, d. h. als Abweichungen. Dieses Postulat ist so verwirklicht, daß in der nach Beendigung der Operation rasch weichenden Stickoxydulnarkose ein besonders konstruierter Elektrodenträger auf das durch einen kurzen Längsschnitt freigelegte Schädeldach festgeschraubt wird. Dieser hält durch federnde Klämmerchen einen Halter fest, in welchem drei feinstdimensionierte Elektroden gefaßt sind. Der geringe Durchmesser der Einzelelektrode (knapp 0,25 mm) und die hohe Elastizität machen es möglich, sie mit einem Minimum von Verletzung an Ort und Stelle zu bringen (Fig. 2). Tatsächlich ist nach ihrer Versenkung ins Zwischenhirn keine oder eine nur sehr kurzfristige Veränderung im Verhalten des Tieres zu beobachten. Um die Analyse der künstlich produzierten Bewegungseffekte auf eine sichere Grundlage zu stellen, wurde in großem Umfang die kinematographische Registrierung zu Hilfe genommen. So können die relativ rasch verlaufenden Bewegungen in wiederholter Reproduktion Phase für Phase studiert und bis in alle Einzelheiten erfaßt werden. Nicht weniger wichtig ist die weitere Möglichkeit, ähnliche Wirkungen bei verschiedenen Fällen unmittelbar untereinander zu vergleichen. Ihren vollen Wert erhalten die in Filmstreifen festgehaltenen Bewegungsbilder schließlich dadurch, daß man diese wieder lebendig vor Augen hat zu einer Zeit, wo das Gehirn in Schnittserien zerlegt und auf die genaue Lage der einzelnen Reizstellen untersucht ist. Trotz ihrer Feinheit lassen sich

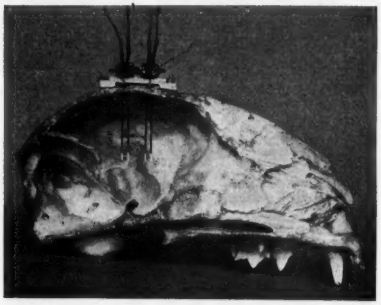

Fig. 2. Vier Elektroden zu je zwei Nadeln in situ. Die Elektrodenfassungen sind mit dem auf dem Schädel festgeschraubten Elektrodenhalter unverrückbar verankert.

diese mit großer Genauigkeit feststellen, nämlich durch die Berliner Blau-Reaktion, welche punktförmig anzeigt, wo die blanke Stahlspitze der Elektroden das Gewebe berührt und beim Durchgang des Reizstromes eine Eisenspur deponiert hat. Auf diese Weise werden funktionelle und morphologische Befunde einander direkt gegenübergestellt und von Fall zu Fall kontrolliert, wodurch die Voraussetzungen für eine exakte Beurteilung des Sachverhaltes geschaffen sind. Indem im weiteren die verschiedenen Reizeffekte mittels geeigneter Symbole in einen Atlas zusammengetragen werden, welcher eine Hirnschnittserie (entsprechend der konsequent geübten Schnittrichtung) reproduziert, gelangen bestimmte organisatorische Gesetzmäßigkeiten gleichsam automatisch zum Ausdruck. — In Ergänzung dieser Beschreibung der Arbeitstechnik ist noch zu erwähnen, daß die Reizintensitäten nahe an der Wirksamkeitsschwelle gehalten waren, so daß die künstlich induzierten Bewegungseffekte im Bereich physiologischer Aktivität blieben und sich möglichst ohne Sekundärwirkungen diesen an- und

[1]) HESS, W. R.: Beiträge zur Physiologie des Hirnstammes, I. Teil: Methodik. (Leipzig: Georg Thieme 1932); Pflügers Arch. **243**, 634, 678, 741 (1940); **244**, 767 (1941); Z. Neurol. u. Psych. **172**, 639 (1941).

einfügten. Zur Sicherstellung und Erweiterung des Einblickes wurden die Reizungen jeweils bei gleichen und bei verschiedenen Spannungen wiederholt. Die Reizung erfolgte durch Gleichstromimpulse mit einer Frequenz von 6—8 je Sekunde. Die Frequenz war so niedrig gewählt, weil dadurch Aufschluß über das *Zeitverhalten* des durch den einzelnen Reizimpuls hervorgerufenen Bewegungsstoßes gewonnen wird, woraus wichtige Schlußfolgerungen gezogen werden können. — Beim Einzeltier blieb die Zahl der elektrisch abgetasteten Reizstellen auf 12 beschränkt. Als Versuchstier diente die Katze, welche über eine sehr gut entwickelte und treffsicher arbeitende Motorik verfügt. Die geringe Variationsbreite betr. Körperbau (Kopfgröße!) bietet zudem den entscheidenden Vorteil, daß das technische Instrumentarium hinsichtlich der Dimensionen standardisiert werden konnte. — Was nun die *Versuchsergebnisse* betrifft, so interessieren uns in erster Linie die Bewegungen der Augen, des Kopfes und des Körpers. Am leichtesten spricht der Kopf an. Schwellennahe Reize bewirken dabei eine schwache Ablenkung von der Normalhaltung. Leichte Verstärkung vergrößert den Ablenkungswinkel, wobei sich in der abgelenkten Haltung für die Dauer der Reizung wiederum ein neues Gleichgewicht einstellt. Wird die Reizung noch weiter verstärkt, so kommt nun auch der Körper in Bewegung, wobei er nach Ebene und Richtung dem Kopfe folgt, also von diesem gleichsam mitgenommen wird. Auch jetzt kann die Bewegung noch während der Reizung zum Stillstand kommen, indem Kopf und Vorderkörper, bis die Reizung abgebrochen wird, die Deviationsstellung beibehalten (Fig. 3, 5, 6). All dies macht einen durchaus natürlichen Eindruck; die Haltung ist tonisch ausgeglichen und nicht etwa krampfartig oder zwangsmäßig. Geht man mit der Reizintensität schließlich noch eine kleine Stufe höher, so geht die *abgelenkte Haltung* in eine *fortgesetzte Bewegung* über, die erst mit Reizschluß abbricht. Auch die Bewegung bleibt in reinen Fällen der Ebene und Richtung treu. Besonders zu beachten ist die Tatsache, daß *derselbe Reiz*, welcher für die Haltung von Kopf und Vorderkörper eine *veränderte Spannungsverteilung* in der verantwortlichen Haltemuskulatur bewirkt, bei den Extremitäten in *phasische Bewegungsakte* umgesetzt wird, nämlich in solche, welche den Körper andauernd in der bestimmten Ebene wenden bzw. drehen. Eine weitere Besonderheit betrifft das Verhalten der Augen. Auch sie können sich an der Ablenkung aus der Primärstellung beteiligen. Sinnfällig werden solche Effekte dann, wenn man Kopf und Körper daran hindert, dem künstlichen Bewegungsreiz zu folgen. Vollzieht der Kopf z. B. eine Raddrehung (d. i. in der Frontalebene), so bewahren die Augäpfel vorerst ihre Stellung relativ zum Kopf. Verhindert man dagegen den Kopf durch Festhalten an seiner Bewegung bzw. dreht man ihn in die Normalstellung zurück, so rollen die Augen und bleiben so lange gerollt, als der Reiz dauert. — Bringen wir die bisher mitgeteilten Beobachtungen mit den Ergebnissen hinsichtlich der Lokalisation der einzelnen Reizstellen in Beziehung, so ergibt sich, daß *topographisch definierte Stellen bestimmten Richtungen der Bewegung bzw. Ablenkung zugeordnet* sind. Diese Feststellung erhält dadurch ihren besonderen Inhalt, daß wir sie der Organisation der motorischen Zone der Hirnrinde gegenüberhalten. Denn hier finden wir die Muskeln bzw. Muskelgruppen entsprechend ihrer peripheren anatomischen Anordnung vertreten. Die für motorische Zwischenhirneffekte verantwortlichen Substrate sind hingegen in ihrer Anordnung geometrisch orientiert, d. h. relativ zu einem Koordinatensystem, durch welches der Raum, in dem sich das Tier bewegt, definiert wird. Das Substrat präjudiziert eindeutig *Ebene und Richtung*, in welcher die Augen-Kopf-Körperachse zu einem neuen stationären Zustand, u. U. zur fortgesetzten Bewegung abgelenkt wird. Eine nähere Kennzeichnung dieser Verhältnisse ist durch den Hinweis gegeben, daß Reizung wenig lateral der Mediane im hinteren Drittel des Zwischenhirnes auf mittlerer Höhe desselben jene Kräfte mobilisiert, welche den Kopf *hochrichten*, bei Verstärkung des Reizes auch den Vorderkörper bis zur Hochrichtung des ganzen Tieres führen, sodaß es unter Umständen zum Rückwärtsüberkippen kommt. Etwas seitlich von der erwähnten Stelle macht sich die Hebewirkung mehr einseitig geltend, d. h. so, daß die der Reizstelle entgegengesetzte Kopf- bzw. Körperhälfte stärker hochgehoben wird als die reizseitige. Gehen wir noch etwas mehr lateral,

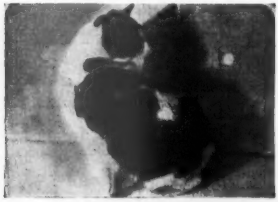

Fig. 3. Wenden nach der gekreuzten Seite.

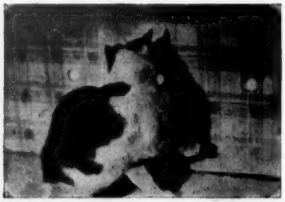

Fig. 4. Wenden nach der gereizten Seite.

Fig. 5. Einzelbild aus dem fortlaufenden Film: Raddrehung, Reiz links.

so hebt sich ausschließlich die kontralaterale Kopf- und Körperhälfte. Damit verbindet sich eine Senkung der ipsilateralen Seite, so daß eine reine *Raddrehung* zustande kommt (Fig. 5). Bei Verstärkung des Reizes geht diese in eine fortgesetzte Wälzbewegung über. Durch Wahl des Reizortes läßt sich also die Bewegung in jede gewollte Ebene zwischen vertika-längs und vertikal-quer legen. In der beschriebenen Wirkung ergänzen sich die beiden Hirnhälften zu einem einheitlichen, die zwei genannten Ebenen des Raumes vollkommen beherrschenden Apparat. Für die Bewegungsrichtung in der Vertikalen wird allerdings im beschriebenen Gebiet ausschließlich ein *Hochgehen*

Fig. 6. Hebewirkung. Reiz links: gekreuzte Seite eilt in der Aufwärtsbewegung etwas voran.

des *vorderen Körperpoles* ausgelöst (Fig. 6). Vornübersenken zeigt sich in einem weiter nach hinten gelegenen, ebenfalls bestimmten Abschnitt. —

Rollbewegung und *Emporsteigen* in der Sagittalebene gehören auch noch in anderer Hinsicht eng zusammen. Die Reaktionszeiten sind außerordentlich kurz, d. h. weniger als $^1/_{50}$ Sekunde. Dabei sind die durch die einzelnen Reizimpulse (6 bis 8 je Sekunde) ausgelösten Bewegungsstöße ziemlich scharf voneinander abgesetzt, so daß die fortgesetzte Reizung zu einer stark sakkadierten Handlung führt. Mit verlängerter Reizdauer fließen die Bewegungsstöße allerdings nach und nach immer stärker ineinander, so daß eine mehr oder weniger glatte Bewegung zustande kommt bzw. eine einigermaßen ruhige Haltung mit Ablenkung von der Primärstellung. Der Aufbau der Reaktion aus abgesetzten Bewegungsstößen und die sehr kurze Latenzzeit weisen darauf hin, daß die reagierenden Elemente zu einem Richtapparat gehören, der in relativ *naher Beziehung* zu den (peripheren) Ausführungsorganen steht. Bemerkenswert ist dabei noch das Benehmen des Versuchstieres insofern, als es die künstliche Lenkung von Haltung und Bewegung durchaus nicht als Zwang zu empfinden scheint, sondern als natürliches Geschehnis hinnimmt. Man erkennt dies daran, daß es während der Ablenkung seine Aufmerksamkeit wie sonst den Vorgängen in der Umgebung widmet. Nach einer Wälzbewegung ist es weder überrascht noch konsterniert, noch scheu; es benimmt sich so, wie wenn gar nichts Besonderes geschehen wäre, bzw. sich ein normaler regulatorischer Mechanismus abgespielt hätte. So weist alles darauf hin, daß die beschriebenen Phänomene als Ausdruck einer Verschiebung im neurodynamischen Gleichgewicht aufzufassen sind. In den Wettstreit der auf Normalhaltung ausrichtenden innervatorischen Energien bringt der elektrische Reiz eine zusätzliche Erregung, welche sich entsprechend im muskulären Kräftesystem auswirkt. — Die gleiche Deutung gilt auch für die Bewegungen in der Horizontalebene, welche ebenfalls aus bestimmten Gebieten des Zwischenhirnes ausgelöst werden können. Ein Unterschied vom eben beschriebenen Charakter der Richtbewegungen, welche in eine Vertikalebene fallen, besteht nur darin, daß trotz niedriger Reizfrequenz die Wendungen des Kopfes und Körpers in der Regel mehr fließend sind; die Impulsintervalle werden also auf dem Weg zu den motorischen Effekten besser überbrückt, die einzelnen Bewegungsstöße zu einem stetigen Effekt summiert. Ein solches Verhalten deutet an, daß die Beziehung des elektrisch gereizten Substrates zum peripheren

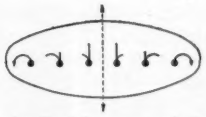

Fig. 7. Schema der Beziehungen zwischen Raddrehung und Heben. Je nach Lokalisation der Reizstellen kombinieren sich Raddrehung und Heben in verschiedenen Proportionen. Die rechte Hälfte des Substrates liefert das Symmetriebild zur linken Hälfte. Durch das Zusammenspiel der beiden Hälften werden Kopf- und Körperhaltung in definierter Lage fixiert. Zeichenerklärung: ⌒ bedeutet Raddrehung, ↑ Kopf und Vorderkörper aufwärts, ⌒↑ Kombination von Raddrehung mit Aufwärtsbewegung. Punktierte Linie entspricht der sagittalen Symmetrieebene.

Erfolgsapparat eher indirekt ist, bzw. daß Elemente mit ausgesprochener Erregungssummation und mehr tonischer Entladungsform zwischen Reizstelle und Muskel eingeschaltet sind. In derselben Richtung weist auch die Beobachtung, daß Seitwärtswenden eine relativ lange Latenzzeit aufweist, oft sogar erst nach einigen Sekunden in Gang kommt und sich dafür nach Reizschluß noch etwas fortsetzt; im Gegensatz dazu erfolgt, wie gesagt, der Einsatz der Bewegungen in den Vertikalebenen unmittelbar mit Reizbeginn und das Abbrechen mit Reizschluß schlagartig. Eine weitere Eigentümlichkeit der in die Horizontalebene fallenden Bewegungseffekte betrifft die topographische Lage der zugehörigen Reizstellen. Sie verteilen sich gleichmäßig in rostrocaudaler Richtung durch das Zwischenhirn, während die für die vertikalen Ebenen maßgebenden Reizstellen focusartig gruppiert sind. Sie fehlen zwar in rostralen Gebieten nicht vollständig, sind aber dort viel seltener als im hinteren Abschnitt des Zwischenhirnes. Auch bedarf es in den rostralen Abschnitten durchschnittlich höherer Spannungen. Aus diesem Befund muß man schließen, daß der „Organisator" der Wendebewegung weiter vorn liegt, während für Rollung und

Aufwärtsbewegung in der Sagittalebene *ein* Apparat verantwortlich ist, welcher wenigstens zu einem erheblichen Anteil näher dem Mittelhirn und damit dem Effektorsystem liegt. Eine Übersicht über die maßgebenden Beziehungen zwischen Reizort und Charakter des motorischen Effektes gibt Fig. 7. Ob der Reiz an Zellen des Zentrums oder an präbzw. postzentralen Fasern angreift, ist dabei eine Frage für sich. Bei Reizstellen im Bereich der diencephalen Foci ist ihre Beantwortung wenig aktuell, da die verschiedenen Möglichkeiten praktisch annähernd auf dasselbe herauskommen. Bei der Induktion von Bewegungen in der Horizontalebene — also bei Wenden — ist die Anordnung der entsprechenden Reizstellen entlang den mehrfach erwähnten Faserzügen so offenkundig, daß ein Zweifel über deren Beziehung zum motorischen Effekt nicht bestehen kann. Neueste Untersuchungen mit Marchi-Verarbeitung der Versuchsgehirne stehen übrigens mit dieser Interpretation in vollem Einklang[1]). Nach den Reizsymptomen beurteilt, lassen sich deutlich zwei Faserlagen unterscheiden, nämlich eine tiefere, deren Erregung Wendung nach der entgegengesetzten Seite veranlaßt, und eine höhere, deren Wirkung Wendung nach der Seite der Reizstelle auslöst.

Mit diesen Feststellungen sind die uns hier interessierenden experimentellen Beobachtungen zur Hauptsache mitgeteilt. Ergänzend sei noch darauf hingewiesen, daß in Abhängigkeit von der Reizstelle Bewegungsbilder entstehen, bei denen Komponenten aus verschiedenen Ebenen zusammenwirken. So kommen als Resultanten die verschiedenartigsten Kombinationen zustande, wie Wenden mit Raddrehung, Raddrehung mit Hochheben des Kopfes usw. — Bemerkenswert ist ferner noch die Erfahrung, daß jede Steigerung der Reizintensität nicht nur zu einer Verstärkung des motorischen Effektes führt, sondern auch zu einer Ausbreitung des Wirkungsfeldes. Es kommen neue Symptome hinzu. Stets bleiben dieselben — wenn nicht zu starke, irradiierende Reize angewendet werden — auf Bewegung in der gleichen Ebene orientiert bzw. nach derselben Richtung gezielt, ein Verhalten, das wir als *„syntelische Koordination"* bezeichnen möchten (telos, das Ziel).

Um in den Aufbaumechanismus der diencephal induzierten Bewegungen noch näheren Einblick zu gewinnen, suchten wir in unseren Experimenten auch Antwort auf die Frage, wie die von zwei getrennten Stellen ausgelösten Reizeffekte zur Auswirkung gelangen. Hierbei wählten wir den übersichtlichsten Fall, nämlich die Simultanreizung an symmetrischen Stellen, deren eine z. B. Kopfwenden nach rechts, deren andere Kopfwenden nach links auslöst. Als Ergebnis der Simultanreizung stellt man fest, daß die gegensinnig ablenkenden Wirkungen sich aufheben. Es werden aber nicht etwa die links- und die rechtswendenden Muskeln gleichzeitig angespannt, so daß die *peripheren Effektoren* in Wettstreit treten, woraus dann eine mehr oder weniger starre Mittelstellung resultieren würde. Der Kopf verharrt vielmehr trotz des Doppelreizes in beweglichem Gleichgewicht. Die Reize kommen also in der Ebene der *innervatorischen Organisation* zum Ausgleich, d. h. sie summieren sich dort mit entgegengesetztem Vorzeichen und annullieren sich. Wie dabei auch die Quantität der Reizwirkungen mit „in Rechnung" gesetzt wird, zeigt die Beobachtung, daß sich bei etwas stärkerer Dosierung des Reizes auf einer Seite beim Doppelreiz eine leichte Asymmetrie der Gleichgewichtsstellung in der Richtung der stärkeren Reizwirkung ergibt. Über die zentrale Verarbeitung zusätzlicher, d. h. künstlicher Reize und den organisierenden Mechanismus im allgemeinen gibt auch folgende Beobachtung bemerkenswerten Aufschluß: Ein Reiz, der Hochheben der rechten Vorderextremität auslöst, wird mit einem Reiz verbunden, der — isoliert angewendet — die linke Vorderextremität emporhebt. Auch hier kommt es bei Simultanreizung zur gegenseitigen Hemmung, indem nun das Tier weder die linke noch die rechte Vorderextremität bewegt. Dieses Verhalten muß deshalb auffallen, weil die Bewegungen der beiden Vorderextremitäten primär sich gegenseitig nicht ausschließen, wie dies z. B. bei Kopfwenden nach links und nach rechts der Fall ist. Indirekt besteht aber doch eine Konkurrenz, insofern nämlich, als der Körper die Stützung vorn verliert, wenn beide Vorderextremitäten zugleich von der Unterstützungsfläche abgehoben werden. Bei der „Formulierung" des Endresultates mischt sich also noch die Stützreaktion ein, wobei diese die Oberhand gewinnt, allerdings nur, solange man mit Reizen geringer Intensität arbeitet. Wird die Spannung erhöht, so ändert sich das Verhalten; jetzt werden nämlich die beiden Vorderextremitäten mitsamt dem Vorderkörper hochgehoben; die Stützreaktion wird also überwunden. Aus diesem ganzen Verhalten geht hervor, daß der künstliche Reiz in das physiologische Spiel der Erregungen eingegliedert wird und im Versuch der nach Richtung und Quantität differenzierende „Wettstreit" als Prinzip der Bewegungsorganisation zur Darstellung gelangt.

b) *Der Ausschaltungsversuch.* Einen Schritt weiter geht die experimentelle Technik, wenn dem Reizexperiment eine Ausschaltung der reagierenden Substrate angeschlossen wird. Dann lernt man auch allfällige Ausfallserscheinungen als neue Tatbestände kennen. Der Versuch gestaltet sich folgendermaßen: Wenn man die bei Reizung durch die einzelnen Elektroden in Erscheinung tretenden Bewegungssymptome festgestellt und im Film festgehalten hat, kann man die zwei wirksamsten Reizelektroden für die Durchleitung eines Diathermiestromes benützen. Schon bei sehr schwacher Dosierung wird infolge der elektrothermischen Wirkung das zwischen den Elektroden liegende Substrat inaktiviert. Handelt es sich um eine motorisch hochwertige Stelle, so zeigen sich als Folge

[1]) W. R. HESS, C. BARTORELLI u. V. BUCHER, Diencephale Motorik und Marchi-Degeneration. Im Druck: Z. Neur. 1942.

bestimmte Symptome im Sinne von Störungen. Dabei treten vorerst Abweichungen der Ruhehaltung von der Normalhaltung auf. Die Ablenkung ist derjenigen im Reizversuch entgegengesetzt. Die *neue* Haltung ist offenkundig wieder *stabilisiert*. Macht man die durch die Ausschaltung bedingte Abweichung, z. B. des Kopfes, passiv rückgängig, so wird nach Freigabe des Kopfes dieser sofort wieder in die abgelenkte Haltung zurückgeführt, also auf die künstlich erzeugte Situation „korrigiert". Die Verhältnisse liegen demnach so, daß aus dem die Kopf- und Körperhaltung normalisierenden zentralen Erregungsgefüge eine nach Richtung und Intensität definierte Komponente herausgeschnitten ist; es bildet sich dies in einer entsprechenden Verschiebung der *regulierten Gleichgewichtsstellung* ab. Dieser Sachverhalt wird noch durch eine weitere Feststellung ergänzt. Das Tier mit dem z. B. nach links abgelenkten Kopf kann sich nicht oder nur noch in beschränktem Maß nach rechts wenden, während es die Bewegung nach links mit vollendeter Geschicklichkeit vollzieht (vgl. Fig. 8a u. b). Solches Verhalten bedeutet, daß *Regulation der Haltung* und *Organisation der Bewegungen* (von diencephal induziertem Charakter!) vom *gleichen Apparat* besorgt werden. Aktive bzw. regulierte Haltung ist auch im physiologischen Geschehen als Ausdruck eines dynamischen Gleichgewichts innerhalb des Organisators zu verstehen. Diesen haben wir als Repräsentanten potentieller Kräfte, über welche der Körper in Gestalt seiner Muskeln verfügt, aufzufassen; er ist (im untersuchten Sektor des Zentralnervensystemes) *richtungsmäßig* orientiert. Die Verteilung der Erregungen innerhalb dieses repräsentativen „Kräftefeldes" projiziert sich in die Effektoren, wodurch die entsprechenden Kräfte effektiv werden. Das Ergebnis kommt uns als regulierende Bewegungen bzw. regulierte Haltung zu Gesicht. Mit einem solchen Mechanismus steht das oben beschriebene Verhalten der Augen, diesen bestätigend, in vollem Einklang.

Um die Resultate unserer Versuche und die in ihnen zum Ausdruck kommenden Gesetzmäßigkeiten vollinhaltlich wiederzugeben, bleibt noch darauf hinzuweisen, daß die *Extremitäten*, abgesehen von ihrer Beteiligung an der Regulierung der Haltung, auch differenziert, d. h. einzeln, vom Zwischenhirn aus in Funktion gesetzt werden können. Aus einem definierten Sektor wird z. B. Hochheben des gegenseitigen Vorderbeines ausgelöst. Beachtenswert ist ferner das Übergreifen der Reizwirkungen auf das *Gesicht*, wobei sich Bewegungen der Lippen, des Schnurrbartes, der Augenlider oder der Ohren zeigen. Diese an anderem Ort ausführlich zur Darstellung gebrachten Befunde mögen den Kliniker interessieren, nämlich im Hinblick auf Symptome bei Störungen der sog. extrapyramidalen Motorik. Tatsächlich liefern die beschriebenen Einzelbefunde und ihre Auswertung den *physiologischen Aspekt* eines Sektors dieses bisher zur Hauptsache durch klinische Beobachtungen abgegrenzten Anteils der Bewegungsinnervation.

Damit aus diesem letzten Hinweis kein Mißverständnis entsteht, ist noch eine ergänzende Bemerkung angezeigt: Als *extrapyramidales System* kann bei extensiver Interpretation der gesamte motorische Innervationsapparat, der seinen Einfluß nicht über die Pyramidenbahnen nimmt, gemeint sein. Im üblichen Sprachgebrauch werden aber Einschränkungen gemacht, so daß es z. B. Autoren gibt, welche die erwähnte Bezeichnung einem neuromotorischen Apparat vorbehalten, welcher wie das pyramidale System *in der Hirnrinde verankert* ist, aber auf anderem Wege Beziehung zu den Effektoren herstellt. Ob man diese Ein- und Abgrenzung nun so oder anders vornehmen will, in jedem Fall stützt sich die Kennzeichnung auf ein morphologisches — und dazu noch negatives —

a *b*

Fig. 8. Einschränkung der Bewegungsfreiheit nach rechts (*a*), nicht nach links (*b*).

Kriterium. Es bleibt dabei zunächst eine offene Frage, ob die nach solchen Gesichtspunkten vorgenommene Einteilung überhaupt einer Ordnung auf funktionellem Gebiet entspricht. In gewisser Hinsicht scheint dies tatsächlich der Fall zu sein. Die endgültige Beurteilung wird aber erst möglich sein, wenn zuvor aus der Gesamtmotorik ein Sektor herausgelöst werden kann, der zufolge der *besonderen Art seiner Leistung* eine Sonderstellung einnimmt. In diesem Sinne ist nachstehende Darlegung zu verstehen, wenn vom *physiologischen Gehalt* der extrapyramidalen Motorik die Rede ist.

Jede geregelte motorische Betätigung eines Individuums hat eine eindeutige, durch Sinnesorgane vermittelte, subjektive Orientierung zur Umwelt als Voraussetzung; in Korrespondenz dazu gehört aber auch eine definierte, *aktiv bewerkstelligte* Einordnung in den Wirkraum. Dies gilt einmal für die Ausgangslage, aus welcher eine Handlung entwickelt wird, und zwar in gleicher Weise, ob der „Start" aus der Normalhaltung oder aus einer bereits abgelenkten Stellung erfolgt. Dieselbe Bedingung muß weiterhin für jede der sich im Fluß einer Bewegung folgenden Phasen erfüllt sein, zusammengefaßt also für jeden Augenblick und jede Situation. In diesem Sinne ist es zu verstehen, wenn wir im Rahmen der Gesamtmotorik eine Leistung besonderer Art darin sehen, den *dynamischen Unterbau* für jenes andere

Kräftesystem herzustellen, welches mit seiner nach einem Ziel orientierten Struktur an dieses heranführt.

Indem in dieser Weise das extrapyramidale System dem Pyramidensystem in *funktioneller Beurteilung* gegenübergestellt wird, soll nochmals betont werden, daß der Aufbau eines Kräfteaggregates zwar der dynamische Ausdruck einer entsprechend in der *morphologischen Struktur* des Zentralnervensystems *realisierten Ordnung* ist, daß aber über die räumliche Anordnung der bei der Organisierung beteiligten Substrate primär nichts ausgesagt wird! Immerhin lassen die experimentellen Befunde und auch Erfahrungen aus der Pathologie enge Beziehungen zwischen den beiden Aspekten nicht verkennen. In dieser Richtung sei indessen noch eines erwähnt: die oben beschriebenen Befunde betreffend Ort des Reizes und Art der Wirkung beweisen eine *Gesetzmäßigkeit* im Zusammenhang zwischen Funktion und Substrat. Daß durch die lokalisatorischen Ergebnisse direkt der räumliche Aufbau des organisierenden Apparates dargestellt wird, ist damit nicht gesagt; eher muß angenommen werden, daß es sich bei den in Erscheinung tretenden motorischen Symptomen um das Ansprechen von Fasern handelt. In welchen morphologisch definierten Gebilden die zugehörigen Zellelemente liegen, ist eine Frage, zu deren Beantwortung die Technik und das differenzierte Wissen des *Hirnhistologen* eingesetzt werden muß.

Magma und Metamorphose.

Von W. KLEBER, Bonn (z. Zt. Wehrmacht).

Die moderne petrologische Forschung befindet sich in der schwierigen Lage eines Detektivs, der aus fertigen Gegebenheiten rückschließend die Vorgänge, die zu jenen gegebenen Tatsachen geführt haben, rekonstruieren soll. Diese Schwierigkeit hat auf petrologischem Gebiet offenbar einen Hauptgrund: Petrogenetisch ausgezeichnete Druck- und Temperaturwerte lassen sich jeweils auf *zwei* Wegen erreichen: Der eine führt von oben nach unten, der andere in umgekehrter Richtung. Diesen Tatbestand und seine Konsequenzen wollen wir uns einmal näher betrachten.

Es ist eine durch mannigfaltige Schlußfolgerungen nachgewiesene Tatsache, daß sich die dünne Erdkruste, auf der unser Leben abrollt, keineswegs in Ruhe, sondern in einer steten Bewegung befindet. Ohne Zweifel sind diese Bewegungen durch innerirdische Kräfte erzeugt, die einem stabilen Endzustand, einem Gleichgewicht zustreben. Auf dem Wege zu dem „endgültigen" Gleichgewichtszustand werden stufenweise instabile Zwischenzustände erreicht, die nun ihrerseits wieder neue Kräfte, neue Energien zur Auslösung bringen. Dabei handelt es sich oft um zunächst rein mechanische Verschiebungen großer Massen, die so in den Bereich neuer Druck- und Temperaturbedingungen gelangen können, unter Verhältnisse also, in denen für die vorliegenden Systeme keinerlei Gleichgewicht mehr herrscht. Mechanische und chemische Prozesse setzen spontan ein mit der Tendenz, das gegebene Material einem anderen, den neuen Druck- und Temperaturbedingungen angepaßten Gleichgewicht zuzuführen. Es war ein großer Fortschritt, als man erkannte, daß diese Vorgänge nicht isoliert nebeneinander ablaufen, daß sie vielmehr in gesetzmäßiger Weise miteinander verknüpft sind. Sie ordnen sich in einem *Kreislauf* oder *Zyklus* ein [ERDMANNSDÖRFFER (6), CLOOS (2)].

Nach ERDMANNSDÖRFFER beginnt dieser Kreislauf in seiner ersten (*anogenen*) Phase mit der Zerstreuung der in der Krustentiefe aufgespeicherten Energiemengen durch Emporführen in höhere Krustenteile (daher „anogen"). Man kann diese nach oben oder zentrifugal gerichtete Tendenz durch einen vertikalen Pfeil andeuten (vgl. Fig. 1). Aus dem gewaltigen Energiespeicher der subkrustalen Räume — wobei die Energie vorwiegend durch hohen Druck und hohe Temperatur repräsentiert wird — bricht das Material in orogenetischen und vulkanischen Prozessen nach oben durch. Schmelzflüssige Stoffmassen werden als *Magma* in höhere Krustenteile verfrachtet und erstarren als Eruptiva — je nach dem Erstarrungsniveau als Vulkanite oder Plutonite.

Fig. 1. Der petrogenetische Zyklus (nach ERDMANNSDÖRFFER).

Der Prozeß der Zerstreuung und Energieabgabe erreicht ein Maximum an der Erdoberfläche, wo das Material unter den Einfluß der Hydrosphäre und Atmosphäre gelangt. Auch das sind wiederum neue physiko-chemische Bedingungen, denen sich die Gesteine anpassen müssen. Wir sprechen von einem *epigenen* Ast des petrogenetischen Zyklus, den wir durch einen horizontalen Pfeil veranschaulichen können. Charakteristisch für diese Phase sind *auf* der Erde, daher „epigen" sich abspielende Vorgänge, die unter der Bezeichnung „Verwitterung" zusammengefaßt werden und deren Produkte das sedimentische Material darstellt.

Der nächste Abschnitt des petrogenetischen Kreislaufs ist dem anogenen Ast entgegengerichtet: Der Material- und Energietransport erfolgt von oben nach unten („katogen"). Die im suprakrustalen Raum stabilisierten Stoffmengen gelangen wiederum in andere Druck- und Temperaturbedingungen, und abermals müssen sich die Massen diesen Bedingungen angleichen. Die Anpassungsprozesse, die mechanischer und chemischer Natur sein können, führen zur Bildung neuer Mineralphasen. Es entstehen auf diese

Weise die Metamorphite als Endprodukte der *katogenen* Phase.

Es besteht nun durchaus die Möglichkeit, daß die Metamorphose des in die Tiefe verfrachteten Gesteins so weit fortschreiten kann, daß es sogar zur Wiederaufschmelzung der betreffenden Systeme kommt. Das wird immer dann der Fall sein, wenn die aufgeprägte Temperatur in das Schmelzintervall hineinragt. Mit dieser letzten Phase, die Metamorphismus und Magmatismus miteinander verbindet, schließt sich der Kreislauf. Sie ist es, die uns hier besonders interessiert.

Grundlegend wichtig für das Verständnis der Petrogenese ist die Kenntnis der physiko-chemischen Einzelprozesse im Verfestigungsablauf der Magmen [vgl. ERDMANNSDÖRFFER (6), KLEBER (9)]. Die magmatische Schmelze, die an die Erdoberfläche oder in die Nähe der Erdoberfläche gelangt, stellt bekanntlich ein recht kompliziert zusammengesetztes, silikatisches System dar. Ebenso kompliziert wird der Verfestigungsablauf dieses Systems sein. Immerhin kann man dabei in grober Schematisierung zwei Hauptperioden unterscheiden: Innerhalb der magmatischen Periode scheiden sich im wesentlichen die Komponenten mit geringem Flüchtigkeitsgrad aus, wobei ein (vorwiegend silikatischer) Kristallisationsrückstand (= magmatisches Gestein) entsteht, während die leichtflüchtigen Komponenten (H_2O, CO_2, Cl usw.) in der Restlösung angereichert werden. Die spätere (epimagmatische) Periode ist demnach durch eine entscheidende Beteiligung einer fluiden (überkritisch-gasförmigen) Phase gekennzeichnet. Die im Höhepunkt dieser Periode entstehenden, pneumatolytischen Mineralbildungen, die nicht nur stofflich, sondern auch morphologisch charakteristisch sind, klingen mit abnehmendem Druck und abnehmender Temperatur aus und gehen schließlich in die hydrothermale Phase der magmatischen Verfestigung über.

Umgekehrt gelangen innerhalb des katogenen Abschnittes die an der Erdoberfläche stabilen Massen unter Bedingungen, die durch hohen Druck und hohe Temperaturen ausgezeichnet sind. Dieser komplexe Bewegungsablauf erfolgt in bezug auf das feste Gestein aktiv, wenn es in tiefere Krustenteile verfrachtet wird; passiv, wenn magmatisches Material in ein höheres Niveau empordringt. Die dadurch bedingten Temperaturänderungen oder mechanischen Beanspruchungen leiten typische Umwandlungsprozesse ein („*Metamorphose*"). Bei den metasomatischen Prozessen treten dazu noch additive oder subtraktive Stoffänderungen.

Es ist verständlich, daß die Veränderungen eines Gesteins entscheidend tiefergehend sind, wenn die Temperatur das Schmelzintervall der betreffenden Systeme erreicht. Die dazu notwendigen thermischen Energien sind ja in größeren Erdtiefen aufgespeichert. Auf diese Weise kann etwa durch Intrusion magmatischer Massen ein Gestein partiell zur Schmelzung gebracht werden. Dabei ist es wichtig zu beachten, daß die Systeme granitischer Zusammensetzung ein verhältnismäßig niedrig gelegenes Schmelzintervall aufweisen. Daraus folgt, daß diese Systeme *zuerst* erstarren und umgekehrt zuerst und oft allein verflüssigt werden. Zum Teil bleibt bei solchen Aufschmelzungen das ursprüngliche Material in Form von Relikten und Bruchstücken erhalten. Diese zeigen oft typische Aufschmelzungs-, Auflösungserscheinungen, die im extremen Fall zur völligen *Ein*schmelzung führen können. Vorgänge der beginnenden Aufschmelzung faßte SEDERHOLM unter der Bezeichnung *Anatexis* zusammen (vgl. z. B. 1, 6, 11). Der Prozeß der Einschmelzung kann so weit fortschreiten, daß ein festes Gestein vollständig verflüssigt wird und damit eine „palingene" Schmelzmasse entwickelt. Als eines der bekanntesten Beispiele sei der bottnische Gneisgranit Finnlands erwähnt [vgl. etwa ERDMANNSDÖRFFER (6)], bei dem die Selektivität des Schmelzprozesses augenfällig zum Ausdruck kommt.

In neuester Zeit hat ERDMANNSDÖRFFER (7) mit seinen Schülern in zahlreichen Arbeiten anatektische Erscheinungen an Gesteinen des Schwarzwaldes eingehend studiert und beschrieben. Es handelt sich dabei vorwiegend um Gesteine mit ausgeprägt unruhigen Texturen, die man vielfach als „injizierte Schiefer" bezeichnete, wobei man annahm, daß das ursprüngliche Gestein durch eindringende magmatische Massen einfach „aufgeblättert" wurde. In vielen Fällen läßt sich eine derartige Vorstellung rein physikalisch nur schwer halten. Es ist dann wohl richtiger, umgekehrt anzunehmen, daß primär ein festes Gestein mit granitischer Komponente vorlag. Dieses wurde anatektisch aufgearbeitet und mechanisch beansprucht, so daß die partiell aufgeschmolzene granitische Komponente herausgepreßt wurde (Beispiel: mit Wasser gefüllter Schwamm!).

Ganz analoge Erscheinungen sind auch von anderer Seite (SCHEUMANN, KOCH) z. B. in den Gesteinen des nordwestlichen Thüringer Waldes beschrieben worden (10). Charakteristisch ist auch hier der komplizierte Wechsel, in dem dunklere und hellere Gesteinspartien aufeinander folgen. Bei anderen Typen erkennt man deutlich die allmähliche Auflösung von gebänderten, dunkleren Relikten zu hellen, schlierig wolkigen Gesteinstypen von gröberer Körnung. Wie durch SCHEUMANN (11) und Schüler dargetan wurde, handelt es sich auch hier um selektive „Ausblutungen" leicht schmelzbarer Bestandmassen.

In eingehenden und scharfsinnigen Untersuchungen hat DRESCHER-KADEN (3, 4, 5) die anatektischen Vorgänge erörtert. Er hat sich dabei weitgehend auf die Einzelbeobachtung unter dem Mikroskop gestützt. Es sei hier am Rande vermerkt, daß zu den rein geologischen und chemischen Methoden stets auch die intensive und sorgfältige mikroskopisch-petrographische Untersuchung treten muß, sollen die komplizierten Probleme, wie sie bei den metamorphen und anatektischen Erscheinungen vorliegen, nur angenähert einer be-

friedigenden Lösung zugeführt werden. Der physikalische oder physikochemische Einzelakt erst, der im mikroskopischen Detailbild fixiert ist, läßt Rückschlüsse auf die verschiedenartigen Reaktionstypen der Gesteinsmetamorphose im weitesten Sinne zu.

In diesem Zusammenhange ist es bemerkenswert, daß viele metamorphen Gesteine (z. B. des Schwarzwaldes), die als Sedimentderivate gelten, Erscheinungen zeigen, die für magmatische Typen charakteristisch sind. Häufig findet man etwa in Graniten, daß Plagioklas im Kontakt mit Kalifeldspat korrodiert ist. Der Kalifeldspat dringt dabei in den Plagioklas ein. Solche Beziehungen lassen sich in Graniten, Pegmatiten, in Ganggraniten und Syeniten beobachten, aber genau so auch in den metamorphen Gesteinen des Gneisgebirges (Beispiel: Gesteine des Waldviertels in Niederdonau). Nach ERDMANNSDÖRFFER sind diese Beispiele als ausgesprochene Konvergenzen zu werten: „Magmatische" und „metamorphe" Kristallisation konvergieren zu den gleichen Erscheinungsformen.

Diese Konvergenzen scheinen darauf hinzuweisen, daß an die Ausgangsgesteine der Gneise thermische Energie herangeführt wurde, so daß es zu einer partiellen Aufschmelzung kam. Als Energiequelle kommt, wie betont, das Reservoir der größeren Erdtiefen in Frage, in die die Gesteinsmassen abtauchen oder aus denen magmatische Schmelzflüsse in höhere Niveaus aufsteigen. Nach ERDMANNSDÖRFFER spielen diese magmatischen Schmelzen bei den Gesteinen des mittleren Schwarzwaldes nur die Rolle der Energiespender. Insbesondere haben danach die Schmelzflüsse das Ursprungsgestein in stofflicher Hinsicht nicht nennenswert beeinflußt. Trotzdem ergeben die Beobachtungen, daß das feste Material von schmelzflüssigen Lösungen „durchadert" worden ist. Es bleibt somit nur der Schluß übrig, daß die mobilisierten Lösungen aus dem festen Ausgangsmaterial selbst stammen. Das ursprüngliche Gestein ist „im eigenen Saft geschmort" worden.

Daß auch im großen anatektische Prozesse eine entscheidende Rolle spielen, darauf haben beispielsweise ESKOLA (1) und STILLE (12) aufmerksam gemacht. ESKOLA versucht zur Erklärung der Granitentstehung überhaupt die partielle Anatexis heranzuziehen. In der Tat ist es eine bemerkenswerte Feststellung, daß die Granite mindestens 95% aller Tiefengesteine ausmachen, während das Ergußäquivalent granitischer Zusammensetzung (Liparite) weniger als 2% aller Ergußgesteine beträgt. Dagegen überwiegen bei den Extrusiva die basaltischen Gesteine wesentlich. Diese Beobachtung ist leicht zu verstehen, wenn man sich darüber im klaren ist, daß Schmelzen granitischer Zusammensetzung leicht durch partielle Anatexis entstehen können. Im Verlauf des petrogenetischen Zyklus wird ein magmatisches Gestein zunächst durch Verwitterung abgetragen, wobei das Material in die Geosynklinalen gelangt und schließlich in größere Tiefen verfrachtet wird. Wir können uns nun vorstellen, daß alle Gesteinsmassen von einer bestimmten Erdtiefe ab geschmolzen sind. Es muß demnach eine ziemlich breite Übergangszone zwischen der geschmolzenen und der kristallinen Phase existieren. Innerhalb dieser Zwischenzone wird ein Teil des Stoffbestandes kristallin sein, während die flüssige Phase in Form einer Porenlösung das feste Material durchtränkt. Die petrochemische Zusammensetzung aber dieser Restschmelze muß granitisch sein (Lage des Schmelzintervalls!). Durch orogenetische Vorgänge kann das Material der Übergangszone bewegt und „ausgewalzt" werden, so daß die Porenschmelze — wie Wasser aus einem Schwamm — herausgepreßt wird. So entstehen neue („palingene") Magmen, vorwiegend granitischer Zusammensetzung, die längs mechanischer Schwächezonen ihren Weg in ein höheres Niveau finden, wo sie zu Eruptivgesteinen erstarren.

Auf diese Weise wird den intermediären Gesteinen und Magmen nach und nach die granitische Komponente entzogen. Sie werden „abgerahmt". Je weniger die Substrate noch an granitischer Komponente enthalten, desto schwieriger wird es, diese durch differentielle Aufschmelzung abzuspalten. Danach werden die jüngeren Magmen „basaltischer" sein müssen als die älteren.

Literatur.

1. TOM F. W. BARTH, CARL W. CORRENS u. PENTTI ESKOLA, Die Entstehung der Gesteine. Berlin 1939. — 2. H. CLOOS, Einführung in die Geologie. Berlin 1936. — 3. F. K. DRESCHER-KADEN, Über Assimilationsvorgänge, Migmatitbildungen und ihre Bedeutung bei der Entstehung der Magmen, nebst einigen grundsätzlichen Erwägungen. Chem. Erde **10**, 271 (1936). — 4. F. K. DRESCHER-KADEN, Granit, Magma und Stoffkreislauf in der oberen Erdkruste. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl. Jahresber. **1938/39**, 106. — 5. F. K. DRESCHER-KADEN, Beiträge zur Kenntnus der Migmatit- und Assimilationsbildungen sowie der synanthetischen Reaktionsformen. I. Chem. Erde **12**, 304 (1940). — 6. O. H. ERDMANNSDÖRFFER, Grundlagen der Petrographie. Stuttgart 1924. — 7. O. H. ERDMANNSDÖRFFER, Studien im Gneisgebirge des Schwarzwaldes. I—XI. Sitzgsber. Heidelberg. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl. **1936—1940**. — 8. W. KLEBER, Studien im Gneisgebirge des Schwarzwaldes. XII. Über das Amphibolitvorkommen von Bannstein bei Haslach im Kinzigtal. Sitzgsber. Heidelberg. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl. **1941**. — 9. W. KLEBER, Die Reaktionsfähigkeit fester Stoffe in ihrer petrologischen Bedeutung. Zbl. Min. A **1941**. — 10. WERNER KOCH, Metatexis und Metablastesis in Migmatiten des nordwestlichen Thüringer Waldes. Min.-Petr. Mitt. **51**, 1 (1939). — 11. K. H. SCHEUMANN, Metatexis und Metablastesis. Min.-Petr. Mitt. **48**, 403 (1937). — 12. HANS STILLE, Zur Frage der Herkunft der Magmen, Abh. preuß. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl. **1939**. Nr 19, 1—31.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurze Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Hemmung der Verpuppung beim Mehlkäfer *Tenebrio molitor L.*

Als Bildungsorte für Wirkstoffe der Insekten-Metamorphose konnten verschiedene Autoren die dem Gehirn anliegenden Corpora allata nachweisen. WIGGELSWORTH[1]) erbrachte diesen Nachweis bei der Wanze *Rhodnius prolixus*, PFLUGFELDER[2]) an der Stabheuschrecke *Dixippus morosus*, während HADORN und NEEL[3]) mit *Drosophila melanogaster* arbeiteten. Die Bedeutung der Corpora allata für die Metamorphose der Schmetterlinge prüfte PIEPHO[4]) an der Wachsmotte *Galleria mellonella* vermittels Implantation jüngerer Corpora allata und Postcerebralganglien (= Corpora cardiaca) in erwachsene Raupen. Er schloß aus seinen Versuchen, daß der Verpuppungswirkstoff durch ein Inkret der Corpora allata in seiner morphogenetischen Wirkung gehemmt werden kann.

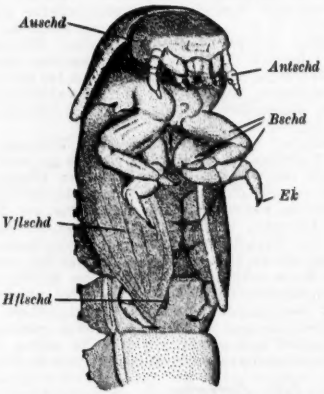

Fig. 1. *Tenebrio molitor*, puppenähnliche Mischform von Larve und Puppe. Vergr. 8 ×. (Erklärung im Text.)

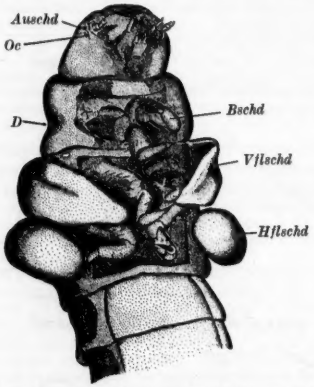

Fig. 2. *Tenebrio molitor*, larvenähnliche Mischform von Larve und Puppe. Vergr. 8 ×. (Erklärung im Text.)

Über die humoralen Bedingungen der Käfer-Metamorphose liegen noch keine Untersuchungen vor, doch lassen die an Insekten anderer Ordnungen erhaltenen Ergebnisse auch hier eine hormonelle Regelung vermuten. Deshalb wurde bei *Tenebrio* versucht, durch Überpflanzung von Gehirnen mit anhängenden Postcerebralganglien und Corpora allata zunächst die Frage zu klären, ob vom Gehirnkomplex überhaupt Wirkstoffe der Metamorphose abgeschieden werden.

Zunächst wurden je 3 Gehirne von Junglarven mit anhängenden Postcerebralganglien und Corpora allata erwachsenen Larven letzten Stadiums ins Abdomen implantiert. Die Implantatträger häuteten sich im nächsten Schritt zu typischen Puppen oder zu Individuen, welche Mischformen aller Übergänge von Larve und Puppe darstellten. Die etwas schematisierte Fig. 1 stellt eine puppenähnliche Mischform dar. Diese weist in der Färbung der Kutikula, der Form des Abdomens und des Thorax sowie in der Ausbildung der Vorderflügelscheiden (*Vflschd*) und Hinterflügelscheiden (*Hflschd*) das typische Aussehen der Puppe auf. Neben den gleichfalls typisch pupalen Augenscheiden (*Auschd*) fallen die Antennenscheiden (*Antschd*) auf, welche, obwohl reicher gegliedert als die Larvenantennen, dennoch nicht die Länge und Gliederung der pupalen Antennenscheiden erreichen. Die Beinscheiden (*Bschd*) ähneln sehr den Puppenbeinscheiden, haben jedoch nicht deren Länge; außerdem besitzen sie die für Raupenbeine typische Endklaue (*Ek*). Von diesem Mischformtypus führen zahlreiche Übergangsformen zu dem in Fig. 2 abgebildeten larvenähnlichen Mischtypus. Hier sind nur kleine Vorderflügel- (*Vflschd*) und Hinterflügelscheiden (*Hflschd*) vorhanden. Während die Vorderflügelscheiden flache, flügelartige Gebilde darstellen, sind die Hinterflügelscheiden bläschenartige Bildungen. Stark reduziert, aber noch als pupale Gebilde erkennbar, sind die Augenscheiden (*Auschd*); hinter ihnen sind in typisch larvaler Anordnung die Cornealinsen der Larvenocellen (*Oc*) sichtbar. Der Prothorax weist die für viele Mischformen charakteristische Eindellung (*D*) auf.

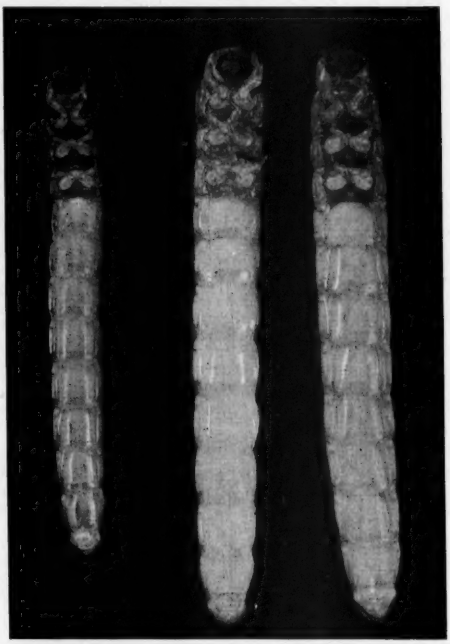

Fig. 3. *Tenebrio molitor*. *a*) Ausgewachsene normale Larve. *b*) und *c*) Riesenlarven nach der dritten (*b*) bzw. vierten (*c*) überzähligen Häutung. Vergr. 2,8 ×.

Im übrigen ist das Aussehen der abgebildeten Mischform das einer Larve.

Aus den Versuchen geht hervor, daß durch Implantation von Junglarvengehirnen mit anhängenden Postcerebralganglien und Corpora allata in das Abdomen erwachsener Larven letzten Stadiums der Formbildungsprozeß der Puppenhäutung partiell zugunsten des Formbildungsvorgangs der Raupenhäutung gehemmt werden kann. Diese Wirkung der Implantate kann nur auf stofflichem Wege vor sich gehen.

In der geschilderten Versuchsanordnung wurde anstatt der Häutung zur Puppe höchstens Häutung zur recht larvenähnlichen Mischform, nicht aber Häutung zur typischen Larve erzielt. Die letztere, also die totale Hemmung der Puppenhäutung zugunsten der Larvenhäutung, wurde auf anderem Wege zu erzwingen versucht. In Larven, welche die Häutung zum letzten Stadium höchstens einen Tag zuvor durchgemacht hatten, wurden wieder je 3 Junglarvengehirne samt ihren Anhangsorganen implantiert. Sämtliche Versuchstiere häuteten sich nicht nur im nächsten Schritt, sondern auch weiterhin zu völlig typischen Larven; sie machten bis zu 6 überzählige Larvenhäutungen durch und erreichten eine ganz ungewöhnliche Körpergröße. Fig. 3 zeigt neben einer erwachsenen Kontrollarve (*a*) einen Vertreter der Riesenlarven nach der dritten (*b*), einen anderen nach der vierten überzähligen Larvenhäutung (*c*).

Durch die vorstehenden Versuche wurde nicht entschieden, ob die Wirkung der Implantate von den Gehirnen oder ihren Anhangsorganen, den Postcerebralganglien und Corpora allata, ausgeht. Deshalb wurden Junglarvengehirne einerseits, deren Postcerebralganglin und Corpora allata andererseits (bei Tenebrio ist es unmöglich, die letzteren Organe voneinander zu trennen) erwachsenen Larven letzten Stadiums implantiert. Die mit 3 Implantatgehirnen versehenen Versuchstiere häuteten sich sämtlich zu typischen Puppen. Von den 52 Versuchstieren mit implantierten Postcerebralganglien und Corpora allata häuteten sich hingegen nur 29 zu typischen Puppen, 23 aber zu Mischformen von Larve und Puppe. Dieses Ergebnis zeigt, daß von den Postcerebralganglien oder Corpora allata jüngerer Larven ein Hemmungswirkstoff abgegebenwird, welcher die Puppenhäutung zugunsten der Larvenhäutung hemmt. Nach unseren heutigen Kenntnissen der histologischen Struktur dieser Organe kommen als die Abgabeorgane wohl nur die Corpora allata in Frage.

Die geschilderten Versuchsergebnisse stimmen mit den von Piepho (l. c.) an der Wachsmotte erhaltenen gut überein.

Den durch Implantation von Postcerebralganglien und Corpora allata erzeugten Mischformen sind jene Mischformen von *Tenebrio*, welche zuweilen in Massenzuchten gefunden werden und von v. Lengerken[5]) und anderen Autoren experimentell durch Änderung der Zuchttemperatur erzeugt werden konnten, so ähnlich, daß auf gleiche physiologische Ursachen der Entstehung geschlossen werden muß. Es ist also anzunehmen, daß Außenfaktoren, wie Temperaturschocks, bei erwachsenen Mehlkäferlarven die Abgabe von Hemmungswirkstoff durch die Corpora allata und damit die Häutung zur Misch- oder metatelen Form an Stelle der Häutung zur Puppe verursachen können.

Ein ausführlicher Bericht über die hier kurz mitgeteilten Untersuchungen wird später veröffentlicht.

Köln, Zoologisches Institut der Universität, den 20. April 1942.

Anton Radtke (jetzt im Felde).

[1]) Quart. J. microscop. Sci. **79** (1936) — Naturwiss. **27** (1939).
[2]) Z. wiss. Zool. **152** (1940).
[3]) Roux' Arch. **138** (1937).
[4]) Naturwiss. **27** (1939). — Biol. Zbl. **60** (1940).
[5]) Jena. Z. Naturwiss. **67** (1932).

Zur treffertheoretischen Analyse der Antigenwirkung.

Der interessante Versuch P. Jordans (1941), einige von R. Prigge (1937) angestellte Untersuchungen über die Immunisierung von Meerschweinchen gegen Diphtherie treffertheoretisch zu deuten, ist kürzlich von H. v. Schelling (1942) präzisiert und erheblich weitergeführt worden. Die dabei zu klärende Grundfrage, ob nämlich die im Parallelversuch an einer Zahl von Tieren gefundene Verschiedenheit der zur Erzielung des Immunisierungseffektes erforderlichen Impfstoffmengen als Auswirkung einer biologischen Variabilität oder aber des statistischen Charakters der der Immunisierung zugrunde liegenden Elementarvorgänge angesehen werden muß, ist weitgehend dieselbe, wie sie in der treffertheoretischen Analyse strahlenbiologischer Versuche seit etwa 20 Jahren (F. Dessauer 1922) eingehend untersucht wurde. Es scheint daher zweckmäßig, sich bei der Deutung immunbiologischer Versuche der in der Strahlenbiologie erarbeiteten allgemeinen Grundlagen der Treffertheorie zu bedienen.

Insbesondere sei darauf hingewiesen, daß die Fragen nach der Trefferzahl und nach dem Einfluß der biologischen Variabilität viel leichter untersucht werden können, wenn man die Ergebnisse nicht wie bisher an glockenförmigen Verteilungskurven, sondern an den unmittelbar aus dem Experiment folgenden Wirkungskurven diskutiert. Die Auswertung der Verteilungskurven vom treffertheoretischen Standpunkt ist, wie H. v. Schelling gezeigt hat, zwar möglich, aber mit erheblichen mathematischen Schwierigkeiten verbunden, während die Wirkungskurven bei zweckmäßiger Wahl der Koordinatenmaßstäbe die unmittelbare Beantwortung vieler Fragen aus der Kurvenform erlauben.

Als Beispiel sind in Fig. 1 3 Fälle in beiden Darstellungsweisen gegenübergestellt. Man sieht, daß die 3 Glocken-

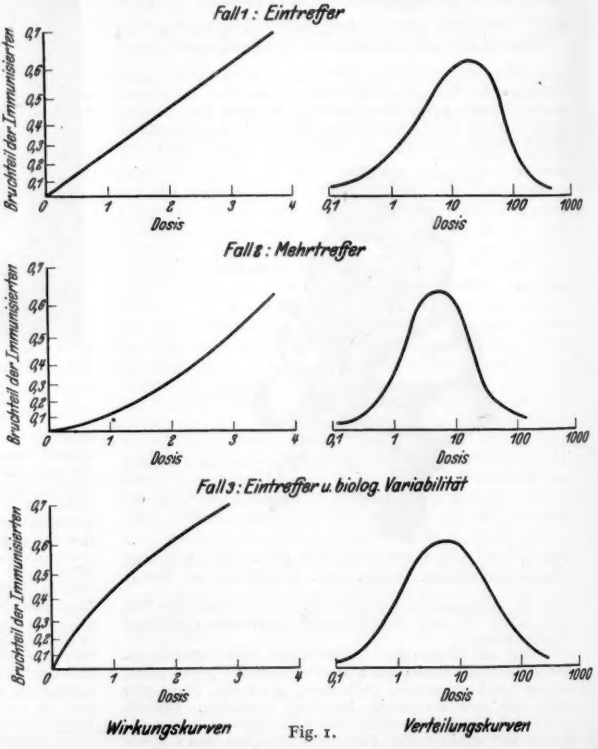

Fig. 1.

kurven große Ähnlichkeit aufweisen und daher zu ihrer Deutung genau diskutiert werden müssen, während bei der anderen Darstellung charakteristische Unterschiede auftreten (geradliniger, nach oben oder nach unten gekrümmter Verlauf). Der bei strahlenbiologischen Versuchen häufige Fall, daß man bei einer im semilogarithmischen Raster nach oben gekrümmten Kurve (Fig. 1, Fall 2) entscheiden möchte, ob es sich überhaupt um eine Trefferkurve oder um eine Kurve handelt, deren Verlauf allein durch eine biologische Variabilität bestimmt ist, kann allgemein nicht diskutiert werden (K. G. Zimmer 1941). Ergeben die Versuche jedoch, wie es bei der Diphtherie-Immunisierung von R. Prigge (1939) behauptet wird, in einem Raster, dessen Abszisse

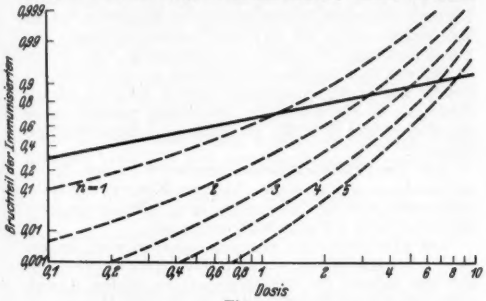

Fig. 2.

logarithmisch und dessen Ordinate nach dem Gaussschen Integral geteilt ist (sog. logarithmisches Wahrscheinlichkeitsnetz), gerade Wirkungskurven, so spricht dies gegen die treffertheoretische Deutung, da Trefferkurven (Poissons Exponentialsumme) in diesem Raster gekrümmt sind (Fig. 2, ausgezogen: Immunisierungskurve; gestrichelt: Trefferkurven für $n = 1$ bis 5 Treffer).

Berlin-Buch, Genetische Abteilung des Kaiser Wilhelm-Instituts, den 19. Mai 1942. K. G. Zimmer.

Literatur: F. Dessauer, Über einige Wirkungen von Strahlen. I. Z. Physik **12**, 38 (1922). — P. Jordan, Über die Spezifität von Antikörpern, Fermenten, Viren, Genen. Naturwiss. **29**, 89 (1941). — R. Prigge, Theorie und Methodik der Antigenmessung. Z. Hyg. **119**, 186 (1937) — Neue Problemstellung der Immunbiologie. Klin. Wschr. **18**, 337 (1939). — H. v. Schelling, Trefferwahrscheinlichkeit und Variabilität. Ein Versuch der Deutung der Wirksamkeit von Antigenen. Naturwiss. **30**, 306 (1942). — K. G. Zimmer, Zur Berücksichtigung der „biologischen Variabilität" bei der Treffertheorie der biologischen Strahlenwirkung. Biol. Zbl. **61**, 208 (1941).

Vergleichende Untersuchung der Proteine in den Chloroplasten und im Cytoplasma des Spinatblatts.

Auf Grundlage der im Anschluß an die Untersuchung des einen von uns[1]) durch Menke[2]) ausgearbeiteten Methoden zur präparativen Trennung der Zellbestandteile in Blättern wurde die Zusammensetzung des Chloroplasten- und Cytoplasmaproteins im Spinatblatt vergleichend untersucht.

Das von Farbstoffen und Lipoiden befreite Chloroplasteneiweiß entstammte teils der durch CO_2-Fällung bis zu einem p_H-Wert von 5,8 erhaltenen, mit etwa 15 % Cytoplasma verunreinigten „Chloroplastensubstanz", teils isolierten intakten Chloroplasten, wie sie durch Fällung mit $^1/_{15}$ mol primärem Kaliumphosphat erhalten werden. Das Cytoplasmaprotein wurde durch Auflösen der Cytoplasmasubstanz in Natronlauge und Ausfällen mit Salzsäure erhalten.

Bezogen auf aschefreie Substanz enthielt das Cytoplasmaprotein 14,5 %, die Chloroplastensubstanz 13,8 % Stickstoff bei einem Aschegehalt von 3,1 bzw. 4,6 %. Phosphor war im Cytoplasmaprotein nicht vorhanden, in der Chloroplastensubstanz zu 0,50 %. Der Schwefelgehalt betrug in der Chloroplastensubstanz 1,03 %, im Cytoplasmaprotein 1,13 %. Die Stickstoffverteilung war folgende:

	Cytoplasmasubstanz		Chloroplastensubstanz		Isolierte Chloroplasten	
	% N (14,5)	% Prot.	% N (13,8)	% Prot.	% N (11,6)	% Prot.
Amid-N	6,1	0,88	5,6	0,77	5,8	0,67
Humin-N	5,1	0,74	6,5	0,90	7,9	0,98
Basen-N	25,5	3,70	23,4	3,23	23,5	2,73
Amino-N in den Basen	12,8	1,86	10,2	1,41	10,1	1,17
Nichtamino-N in den Basen	12,7	1,84	13,2	1,82	13,4	1,56
Filtrat der Phosphorwolframsäurefällung	63,3	9,18	64,0	8,83	62,0	7,02
Amino-N im Filtrat dieser Fällung	60,5	8,77	59,0	8,14	56,4	6,54
Nichtamino-N dieses Filtrats*)	2,8	0,41	5,0	0,69	5,6	0,48

*) Ein Maß für Prolin und Oxyprolin.

Ferner wurden 9 Aminosäuren erfaßt:

N in	Cytoplasmasubstanz			Chloroplastensubstanz		
	N in % des Ges.-N	N in % d. Proteins N = 14,5 %	% Aminosäure i. Protein	N in % des Ges.-N	N in % d. Proteins N = 13,8 %	% Aminosäure i. Protein
Arginin	14,3	2,07	6,43	14,4	1,99	6,18
Histidin	2,9	0,42	1,55	3,6	0,50	1,84
Lysin	7,6	1,10	3,74	4,7	0,65	4,67
Cystin	1,5	0,22	1,89	1,6	0,22	1,89
Methionin	1,2	0,17	1,81	1,2	0,16	1,66
Tyrosin	2,6	0,38	4,91	2,6	0,36	4,65
Tryptophan	2,0	0,29	2,11	2,1	0,29	2,11
Asparaginsäure	5,0	0,72	6,84	5,2	0,72	6,84
Glutaminsäure	6,1	0,88	9,24	5,8	0,80	8,40

Das Histidin ist von Stoll und Mitarbeitern[3]) in dem von diesem mit Plastin bezeichneten Chloroplasteneiweiß nicht gefunden worden.

Verdauungsversuche mit Pepsin und Trypsin verliefen mit Chloroplasten- und Cytoplasmaprotein gleichförmig und führten bei Anwendung von z. B. Pepsin und anschließend Trypsin zur Freilegung von 80 bzw. 82 % des Aminostickstoffs in 144 Stunden.

Demnach finden sich zwischen den Proteinen der Chloroplasten und denen des Cytoplasmas keine wesentlichen auf dem beschrittenen Weg greifbaren Unterschiede. Immerhin enthält das Cytoplasmaprotein mehr Lysin und wohl auch Glutaminsäure und etwas weniger Histidin.

Die Beschränkung der Phosphorproteide auf den Zellkern, der hier nicht berücksichtigt, aber bilanzmäßig vernachlässigt werden konnte, und auf die Chloroplasten kann im Verein mit dem von Menke[4]) nachgewiesenen Vorkommen von Nucleinsäure in den Chloroplasten für genetische Erwägungen von Bedeutung sein, da einige Befunde auf eine Funktion der Chloroplasten als Erbträger schließen lassen. Ebenso hat der Phosphorgehalt des Chloroplastenproteins Bedeutung für die Bindung des Chloroplasten*eisens*, da nach Untersuchungen des einen von uns mit Liebich[5]) 82 % des gesamten Blatteisens im Spinat in den Chloroplasten vorhanden sind und 60 % des Chloroplasteneisens größtenteils an phosphorhaltige Eiweißkörper gebunden zu sein scheinen. Auch Hill und Lehmann[6]) finden die Hauptmenge des Blatteisens in den Chloroplasten, während das „Chloroplastin" Stolls nach diesem (a. a. O.) eisenfrei sein soll.

Berlin-Dahlem, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Berlin, den 1. Juni 1942. K. Noack und E. Timm.

[1]) K. Noack, Biochem. Z. **183**, 135 (1927).
[2]) W. Menke, Z. Bot. **32**, 273 (1937) — Hoppe-Seylers Z. **257**, 43 (1938).
[3]) A. Stoll, E. Wiedemann u. A. Ruegger, Verh. schweiz. naturforsch. Ges. **121**, 125 (1941).
[4]) W. Menke, Hoppe-Seylers Z. **257**, 43 (1939).
[5]) K. Noack u. H. Liebich, Naturwiss. **29**, 302 (1941). — H. Liebich, Z. Bot. **37**, 129 (1941).
[6]) R. Hill u. H. Lehmann, Biochemic. J. **35**, 1190 (1941).

Besprechungen.

Reports from the scientific expedition to the northwestern Provinces of China under leadership of Dr. Sven Hedin. „The Sinoswedish expedition." IX. Meteorology 2 (Publication 14). FRITZ ALBRECHT (unter Mitwirkung von PAUL BROSSE), Ergebnisse von Dr. Haudes Beobachtungen der Strahlung und des Wärmehaushaltes der Erdoberfläche an den beiden Standlagern bei Ikengüng und am Edsen-Gol 1931/32. 352 S., 80 Abbild., 42 Tabellen, 10 Tafeln mit 26 Bildwiedergaben. Stockholm 1941 (Druck von F. A. Brockhaus, Leipzig).

Der Band IX, 2 des Expeditionsberichtes der letzten SVEN-HEDIN-Expedition nach den chinesischen Nordwestprovinzen enthält die gesamten Strahlungsbeobachtungen HAUDES. Das Ziel der HAUDEschen Arbeiten war neben der Erweiterung des schon von seiner ersten Reise vorhandenen meteorologisch-aerologischen Ergebnismaterials eine möglichst weitgehende Erfassung des Strahlungs- und Wärmehaushaltes im Gebiet der Wüste Gobi zwecks tieferer kausaler Erfassung der dortigen meteorologischen Verhältnisse.

Ohne Frage ist für eine solche „Synopsis" von Meteorologie und Wärmehaushalt die Wüste ein besonders dankbares Arbeitsfeld, da hier über weite Strecken vollkommen gleichartige Bodenbeschaffenheit angenommen werden kann, und da weiter das Fehlen einer geschlossenen Pflanzendecke sowie merklicher advektiver Zustandsänderungen die Betrachtungen sehr erleichtert. — Es ist besonders zu begrüßen, daß gerade F. ALBRECHT die mühevolle Bearbeitung und Zusammenstellung dieses wertvollen Beobachtungsmaterials durchgeführt hat, da einmal die Gestaltung des HAUDEschen Meßprogramms offenbar mit auf ihn zurückgeht, und da außerdem die „Wärmehaushaltsklimatologie" überhaupt ihre Entwicklung nicht zum wenigsten ihm verdankt.

Die im vorliegenden Band bearbeiteten Beobachtungen HAUDES in Ikengüng (41° 54′ nördl. Br., 107° 45′ ö. L., 1500 m über NN; Beobachtungszeit Mai bis September 1931) und am Edsen-gol (42° 4′ nördl. Br., 101° 17′ ö. L., 900 m über NN; Beobachtungszeit Oktober 1931 bis März 1932) umfaßten mehrfache tägliche Terminmessungen der direkten Sonnenstrahlung in mehreren Spektralbezirken (Michelson-Aktinometer mit je 3 mm starken Filtern OG_1, OG_2, RG_2 und RG_5), der Himmelsstrahlung nach Stärke und spektraler Zusammensetzung (Solarimeter Moll-Gorczinsky mit Abblendungsvorrichtung und einer ALBRECHTschen Einrichtung zur Filterbenutzung — je 1 mm starke Platten aus GG_2-, GG_7-, OG_1- und OG_2-Glas), der langwelligen Strahlung der Atmosphäre (Effektivpyranometer nach ALBRECHT), der Erdoberflächen- und Erdbodentemperaturen, der Verdunstung und der Bestimmung des Temperatur- und Feuchtegradienten zwischen 2 cm und 2 m Höhe. Als Registrierinstrument war ein Robitzsch-Pyranometer in Benutzung.

Das Hauptgewicht der vorliegenden Bearbeitung liegt, wie einleitend vermerkt ist, vorläufig nicht so sehr auf einer restlosen Ausschöpfung der Ergebnisse — über die Sonderuntersuchungen angekündigt werden —, sondern auf einer möglichst vollständigen, kritischen Veröffentlichung aller Originalmessungen und der unmittelbar aus ihnen abzuleitenden Komponenten der Strahlung und des Wärmehaushaltes. Dementsprechend sind die zu erwartenden grundlegenden Gesamtergebnisse zum Teil erst angedeutet. Es mögen deshalb nur einige herausgegriffen werden:

Berechnungen des ÅNGSTRÖMschen Trübungskoeffizienten β erweisen die Ungültigkeit des Exponenten 1,3; er müßte kleiner angenommen werden, was auf verhältnismäßig grobkörnige Staubtrübung hinweist. Die Beziehungen der „Trübung" zum Wasserdampfgehalt der Atmosphäre sowie zur Windgeschwindigkeit werden abgeleitet.

Die Himmelsstrahlung zeigt nach den Filtermessungen ein Intensitätsmaximum bei 3800 Å (gegenüber etwa 4500 Å in Europa im Meeresniveau), bei höherer Trübung außerdem häufig ein zweites Maximum bei der Maximalintensität der direkten Sonnenstrahlung. Der Zusammenhang zwischen der Strahlung von Sonne + Himmel und dem Bewölkungsgrad ist qualitativ der gleiche wie sonst, quantitativ jedoch insofern abweichend, als in der Wüste die Bewölkung weniger intensitätsvermindernd wirkt als anderswo (Wasserdampfarmut?).

Aus den Effektivpyranometerwerten werden die effektive Ausstrahlung eines schwarzen Körpers von Lufttemperatur und die „Gegenstrahlung" der Atmosphäre abgeleitet und im einzelnen untersucht.

Zur Ermittlung des Wärmehaushaltes wird die aus der Gleichsetzung des Strahlungsumsatzes am Boden S und der Summe aus Wärmeumsatz im Boden B, zwischen Bodenoberfläche und Luft L und Wärmeverbrauch durch Verdunstung V entstehende Beziehung

$$S = B + L + V$$

benutzt. Die Einzelfaktoren werden gewonnen: S aus den Strahlungswerten von ROBITZSCH und Effektivpyranometer sowie den Erdoberflächentemperaturen, B aus den Bodentemperaturen, L und V aus den Temperatur- und Feuchtewerten in 2 cm und 2 m Höhe. — Insgesamt ergibt sich aus diesen Wärmehaushaltsbetrachtungen, daß (in Ikengüng) im Sommer und Herbst nicht der gesamte Monsunniederschlag verdunstet, sondern zu einem bestimmten Teil während der verdunstungsschwachen Winterszeit im Boden verbleibt bis zum Frühjahr. Es ist wahrscheinlich, daß dieser Rest der Träger der nicht durch besondere Niederschläge bedingten kurzen Frühjahrsvegetation in der östlichen Gobi ist. H. ISRAËL.

HUZELLA, THEODOR, **Die zwischenzellige Organisation** auf der Grundlage der Interzellulartheorie und der Interzellularpathologie. Jena: Gustav Fischer 1941. X, 246 S., 80 Abbild. Preis brosch. RM 18.—.

Angeregt durch die Jahrhundertfeier für THEODOR SCHWANN und seine Zellenlehre hat der Verfasser seine reichen Erfahrungen über die interzellulare Organisation in einer Monographie niedergelegt. Die gewaltige Entwicklung der biologischen Forschung in der vergangenen Zeit nach SCHWANN mußte zu einer durchgreifenden Revision unserer Vorstellung von den Zellen als den niedrigsten lebendigen Bausteinen des Organismus führen. Man denke nur an die Entwicklung der Forschungsrichtungen über die Gene und die submikroskopischen Lebewesen.

Unter Anwendung der modernen Methoden der experimentellen Cytologie und Berücksichtigung ihrer Beziehung zur Anatomie hat der Verfasser die Fragen der Interzellularsubstanzen zum Gegenstand seiner Forschungen gewählt und eine Interzellularlehre und Interzellularpathologie zu begründen versucht.

Nach einem historischen Überblick über die Entwicklung der Zellenlehre nach SCHWANN folgt eine ausführliche Erörterung über die näheren Beziehungen zwischen Zelle und Interzellularsubstanz, die uns un-

mittelbar in die Interzellularlehre des Verfassers hineinführt. Untersuchungen über das argyrophile Fasersystem der Leber gaben ihm den direkten Anlaß, die Bedeutung der interzellularen Organisation für die physiologischen und pathologischen Zustände zu studieren. Es ist sein großes Verdienst, dieses Studium so konsequent nach vielen Richtungen hin verfolgt zu haben.

Noch sind manche Fragen betreffs der Entwicklung des Fasersystems ungeklärt und sehr undurchsichtig. Der Anteil der Zellen bei der Ausbildung des interzellularen Gerüstes darf sicher nicht unterschätzt werden, denn dieses ist doch in der einen oder anderen Weise ein Produkt der Zellen und darf nur im Zusammenhang mit ihnen betrachtet werden. Eigene Erfahrungen des Referenten aus Versuchen mit Gewebekulturen scheinen mit denen des Verfassers in mehreren Beziehungen übereinzustimmen, so u. a. die Beobachtung, daß die Zellen selber zum großen Teil das Material für das Fasersystem liefern (Kriechspuren), von dem ihr Verhalten und ihre räumliche Anordnung abhängen.

Über die Bildungsweise des interzellularen Fasergerüstes und seine Beziehung zu den Zellen werden die verschiedenen bisher veröffentlichten Auffassungen diskutiert. Der Verfasser betont mit Recht: „In diesem Sinne sind es nicht die verästelten Retikulumzellen, die die räumliche Anordnung des Fasernetzes bedingen, sondern gerade umgekehrt, die Zellen werden an dem Gerüstwerk modelliert, die Verästelung der Zellen und die Berührung ihrer Ausläufer sind an die Anordnung der Faserstruktur gebunden." [Diese schon seit langer Zeit bekannten Verhältnisse sind von JAQUES LOEB als Stereotropismus benannt und später von LEO LOEB zum besonderen Gegenstand einer Menge experimenteller Untersuchungen gemacht, doch lehnt der Verfasser derartige Erklärungen zunächst als „rätselhaftes Bewegungsmotiv" (S. 110) ab. Die große Bedeutung, die dem „Stereotropismus" zukommt, kann man jedoch ohne weiteres aus den Versuchen des Verfassers ersehen, namentlich bei den Modellversuchen, bei denen die zellfreien Fasergerüste mit Zellen wiederbevölkert werden. Erst auf S. 163 werden die Vorgänge mit der Bezeichnung Stereotropismus gewürdigt. Ref.]

Sehr eingehend wird die Bedeutung des Fasergerüstes für die dynamischen Wechselwirkungen der Zellen und für die Organisation und Funktion der Kapillaren, Drüsenorgane, Lungenalveolen sowie die Embryogenese beschrieben. Das Gitterfasersystem wird mit Recht als ontogenetisch wie phylogenetisch der jüngsten und primitivsten Gewebeeinheit zugehörig aufgefaßt. Diesen Vorstellungen und dem Schachtelsystem von BENNINGHOFF und den Untersuchungen von ROLSHOVEN u. a. kann der Referent sich aus eigenen Erfahrungen mit gezüchteten Zellen in vitro anschließen.

Es ist das Verdienst des Verfassers, auf die direkten funktionellen Beziehungen des Gittersystems zu den letzten Gewebe- und Organeinheiten hingewiesen und den Begriff der „aktiven Elastizität" formuliert zu haben, der so zu verstehen ist, daß die Aktivität sich auf den elastischen Spannungszustand des ganzen Systems der Gitterfasern bezieht. Die Zellen übertragen dem Gitterfasersystem eine elastische Spannung, eine potentielle Energie, und halten es wie eine Triebfeder aufgezogen. „Die inneren Kraftwirkungen der einzelnen Zellen oder der letzten Einheiten ihrer organischen Gemeinschaften verteilen sich auf das ganze Fasersystem niederster Ordnung und lösen seine einheitliche Rückwirkung aus." Hierfür soll der Turgor der Zellen verantwortlich gemacht werden.

In der Einleitung des Abschnittes über die zwischenzellige Organisation der Gewebekultur wird über einige ziemlich phantasievolle Untersuchungen, namentlich von TÖRÖ (1940) referiert; weiter werden Versuche des Verfassers mit LENGYEL zusammen über die deformierenden Wirkungen des Zellwachstums in Kulturen unter dem Einfluß des magnetischen Kraftfeldes beschrieben. Eine Erklärung für „den Flüssigkeitsumlauf in der Gewebekultur" und die Rolle, die die Fasern hierbei spielen, wird gegeben. Die Untersuchungen von P. WEISS werden eingehend diskutiert. Obgleich die Vorstellungen von WEISS in schroffem Gegensatz zu denen des Verfassers stehen, findet er in ihnen doch Punkte, die die Interzellularlehre fördern. Es wird behauptet, daß bösartige Gewebezellen sich von normalen Gewebezellen mit Hilfe der kinematographischen Aufnahme unterscheiden lassen. Über eine ganze Reihe Modellversuche wird berichtet. Künstliche Faserstrukturen werden mit der Kollagenlösung nach NAGEOTTE in verschiedener Weise hergestellt und mit Gewebezellen aus Kulturen bevölkert. Hierbei konnte das Fasergerüst der Blutkapillaren, größeren Gefäße und Lungenalveolen nachgeahmt werden, ja sogar „autosynthetische Zellen mit Kernen"! Die Anschauung des Verfassers, daß die Interzellularsubstanz von lebloser Natur ist, wird hier eingehend erörtert.

Im Abschnitt über kolloidchemische, elektromotorische und elastomotorische Vorgänge der zwischenzelligen Organisation wird die Bedeutung für den Wasserhaushalt des Körpers als „Säurefänger" und Depot für Alkalireserven diskutiert. Weiter wird die kolloidphysikalische Grundlage für die veränderlichen elastischen Zustände des Fasersystems, die die Gewebsspannung regeln, eingehend besprochen. Das zwischenzellige System wird als „Universalapparat für die Abwicklung zwischenzelliger Vorgänge des Organismus" betrachtet. Auch eine reizleitende Funktion wird diesem System zugeschrieben. Dies wird in folgender Weise formuliert: „Diese Befunde deuten gleichlautend darauf hin, daß auch das Nervensystem sich über die äußerste Peripherie seiner Ausbreitung hinaus, wo seine Endverzweigungen nicht mehr hinreichen, durch den elastomotorischen Mikromechanismus des elementaren Fasersystems des Bindegewebes auswirkt und mit den Zellen durch Umsetzung des neuralen Reizes in chemische Veränderung des inneren Milieus und dieses wieder in mechanische Aktivität des Fasersystems in Beziehung tritt."

Im Abschnitt über die Interzellularpathologie erfährt man, daß die Interzellularsubstanzen eine maßgebende Rolle für die Abwehr der Erkrankung spielen. Die Veränderungen bei den atrophischen Lebererkrankungen lassen sich auf Grund der Theorie des elastomotorischen Mikromechanismus erklären. Weiter wird auch die Bedeutung der Interzellularsubstanzen für die Wundheilung und die besonderen Verhältnisse beim Krebswachstum beschrieben.

Im ganzen nimmt der Verfasser entschieden Abstand von der Auffassung, wonach die zwischenzellige Organisation als lebendig oder als von abgestuftem Lebendigsein zweiten oder dritten Grades aufzufassen sei, ebenso von der Anschauung ASCHOFFS, daß die zwischenzelligen Substanzen auf Kosten der Zellen gebildet werden. [Eine adäquate Definition für das Lebendige gibt es heute noch nicht. STANLEY (1941) hat sich soeben auf Grund seiner Untersuchungen über das Tabakvirus von neuem über die Möglichkeit eines abgestuften Lebendigseins ausgesprochen. Ref.]

Abgesehen von dem die Methoden der Gewebezüchtung umfassenden experimentellen Teil, der ziem-

lich unkritisch erscheint, da die experimentellen Grundlagen sehr mangelhaft beschrieben sind oder ganz fehlen, ist das Buch von HUZELLA sehr anregend und lehrreich durch die vielseitige Behandlung des Themas, obendrein sehr aktuell in bezug auf die heutigen Fragen der Zellenlehre. Es verdient, einem großen Kreis von Fachleuten innerhalb der experimentellen Biologie und Medizin bekannt gemacht zu werden.

ALBERT FISCHER, Kopenhagen.

Handbuch der Zoologie. Eine Naturgeschichte der Stämme des Tierreiches. Gegr. v. WILLY KÜKENTHAL. Unter Mitarbeit zahlreicher Fachgelehrter. Hrsg. v. TH. KRUMBACH. 3. Bd. 2. Hälfte. 1. Teil: Chelicerata. Berlin: Walter de Gruyter u. Co. 1931 bis 1941. XXX, 1211 Seit. und 1288 Abild. Preis brosch. RM. 164.—.

Nach zehnjährigem Erscheinen liegt nun in einem Band von 1211 Seiten mit 1288 Abbildungen ein ganz hervorragendes Handbuch der Spinnentierkunde vor (damit sind zugleich im KÜKENTHALschen Handbuch die Arthropoden abgeschlossen). Im Gegensatz zu Krebsen und Insekten sind die Spinnenkerfe von den Zoologen im allgemeinen recht stiefmütterlich behandelt worden, obwohl sie jenen an Mannigfaltigkeit der Baupläne, der Verschiedenheit ihrer Lebensumstände und auch in der praktischen Bedeutung für den Menschen (Milben!) kaum nachstehen. Erfreulicherweise haben in neuerer Zeit wieder zahlreichere Forscher Angehörige der Cheliceraten zum Gegenstand ihrer Untersuchungen gewählt, so daß zur Zeit mit Recht hingewiesen werden kann auf den hohen Stand der Arachnoidenforschung, „den sie fast unbemerkt erreicht hat".

U. GERHARDT schneidet einleitend zunächst die Frage nach der Abgrenzung der Gruppe an, im Hinblick auf Trilobiten und Pantopoden und kommt meines Erachtens mit Recht zu dem Ergebnis, daß die eigentlichen Chelicerata nur die Merostomata und Arachnida umfassen. Wenn neuere Arbeiten verschiedener Verfasser auch immer mehr dafür sprechen, daß die Trilobiten in naher Beziehung zu den Spinnentieren stehen, so sind sie doch keine Cheliceraten und die Stellung der Pantopoden ist nach wie vor unsicher. So recht GERHARDT hat, wenn er auf den wesentlichen Unterschied zwischen den antennentragenden Trilobiten und den chelicerenführenden Arachnoidea hinweist, so darf man meines Erachtens dieser Verschiedenheit auch nicht zu großes Gewicht bei der Feststellung von Verwandtschaftsbeziehungen beilegen. Sehr richtig sagt KÄSTNER (1) 229: „Die Tatsache, daß die Trilobiten Antennen hatten, kann dabei meiner Ansicht nach keine besonderen Schwierigkeiten bereiten, weil man ja doch nicht umhin kann, die Chelicerata von einer Tiergruppe abzuleiten, die mit Fühlern oder Palpen ausgestattet war, da es eben gar keine andere Klasse der Gliedertiere gibt, der diese Organe regelmäßig fehlen." Von GERHARDT stammt die Bearbeitung von Merostomen (Gigantostraca + Xiphosura). Obwohl die „Riesenkrebse" seit langem ausgestorben sind, mußten sie doch hier eingehend behandelt werden, da die Kenntnis ihrer Organisation unerläßlich für das Verständnis der lebenden Spinnentiere ist. Eine allgemeine Einleitung in die Arachnida gibt A. KÄSTNER, auf die ganz besonders aufmerksam gemacht sei, da in ihr die allen Gruppenangehörigen gemeinsamen Baupläne klar und treffend dargestellt werden. Im einzelnen sind bearbeitet: die Scorpiones, Pedipalpi, Palpigradi, Ricinulei von KÄSTNER, die Pseudoscorpionidea von M. BEIER, die Solifugae und Opiliones von KÄSTNER, die Araneae von U. GERHARDT und A. KÄSTNER, die Acari von Graf VITZTHUM. Jeder der Verf. gibt sein Bestes, um uns in ihrer Zusammenarbeit das lange vermißte mustergültige Handbuch der Spinnentiere zu schenken. Um das Werk wegen der langen Erscheinungszeit auf den neuesten Stand zu bringen, sind von den einzelnen Bearbeitern ausführliche Nachträge angefügt worden. Hier fällt leider der Milbenteil von Graf VITZTHUM ab, da viel Wesentliches fehlt und vor allem keinerlei Literaturhinweise gegeben werden.

P. SCHULZE, Rostock.

STRAUB, JOSEPH, **Wege zur Polyploidie.** Eine Anleitung zur Herstellung von Pflanzen mit Riesenwuchs. Berlin-Zehlendorf: Gebr. Bornträger 1941. 27 S. mit 12 Abbild. Preis brosch. RM. 2.—.

Die Polyploidieforschung und -züchtung, d. h. die Herstellung und Erforschung von Pflanzen mit vermehrtem Chromosomenbestand, nimmt seit Jahren einen immer größeren Raum — sowohl in der theoretischen Genetik wie in der Züchtungsforschung — ein. Der Verf. gibt in dem vorliegenden Heftchen eine Übersicht über die bis zu dem Erscheinungsdatum veröffentlichten Methoden zur „Auslösung von polyploiden Blütenpflanzen". Im Vordergrund der Darstellung stehen als bisher bewährteste Methoden zur Auslösung der Polyploidie bei höheren Pflanzen die verschiedenen Verfahren der Behandlung mit Colchicinlösungen. Ein weiteres Kapitel zeigt die Methoden zur Bestimmung der Polyploidiestufe auf. Eine Reihe von sehr anschaulichen Abbildungen ergänzen die Darstellung vorteilhaft. Es muß hier aber darauf hingewiesen werden, daß Abb. 1, die die starken Größenunterschiede diploider und tetraploider junger Erbsenpflanzen veranschaulicht, ebenso wie der dazugehörige Hinweis, daß die tetraploiden Pflanzen „infolge ihrer größeren Kotyledonen von vornherein den diploiden überlegen seien", stark anfechtbar ist. Derartig krasse Unterschiede zwischen diploiden und tetraploiden Pflanzen finden sich in der Regel nur bei sehr jungen Pflanzen als Folge der überlegenen Samengröße der Tetraploiden. Dieser Einfluß der Samengröße wird jedoch, wie Untersuchungen des Ref. gezeigt haben, im Verlauf der Entwicklung immer schwächer, und auf die späteren Entwicklungsstadien äußert er sich nur noch schwach oder gar nicht mehr. — Das Buch ist offenbar für den kleineren praktischen Züchter gedacht — dem auf dem Gebiete der Polyploidie arbeitenden Forscher wie dem großen Züchter mit eigenem Forschungslaboratorium steht die einschlägige Fachliteratur ohnehin zur Verfügung, so daß ihm eine solche Zusammenfassung entbehrlich ist. Wer mit den Verhältnissen der Praxis vertraut ist, weiß aber, daß die Polyploidie genau so wie die Auslösung von Genmutationen vorläufig ausschließlich eine Angelegenheit der Forschungsinstitute bzw. sehr großer Zuchtbetriebe mit eigenen Forschungslaboratorien bleiben muß. Der mittlere und kleinere Züchter ist weder technisch noch finanziell in der Lage, diese in ihrem wirtschaftlichen Werte vorläufig doch noch sehr fragwürdige Züchtungsmethode mit Nutzen in seinem Betriebe anzuwenden.

F. SCHWANITZ, Rosenhof.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÜFFERT, Berlin W 9.
Springer-Verlag in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.